ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ



# МИКРОСБОРКИ СВЧ ДИАПАЗОНА

## КОНСТРУИРОВАНИЕ

ОСТ4 ГО.010.202

Редакция 1-75

Издание официальное



1976

# ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

| | |
|---|---|
| МИКРОСБОРКИ СВЧ-ДИАПАЗОНА<br>Конструирование | ОСТ4 ГО.010.202<br>Редакция I-75<br>Взамен ОСТ4 ГО.010.018 |

Директивным письмом от 10 декабря 1975 г. № 017-108 /В/ 583 срок действия установлен с I ноября 1976 г. до I ноября 1981 г.

Настоящий стандарт устанавливает нормы и правила конструирования микросборок СВЧ-диапазона (именуемые в дальнейшем "микросборки"), предназначенные для использования в радиоэлектронной аппаратуре.

## I. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I.I. Микросборки должны соответствовать требованиям ОСТ4 ГО.073.200.

I.2. Микросборки изготовляются в соответствии с ОСТ4 ГО.054.207, ОСТ4 ГО.054.208, ОСТ4 ГО.054.209, ОСТ4 ГО.054.068.

I.3. Определение терминов, употребляемых в стандарте, приведено в приложении I.

I.4. Методика расчета величины натекания для герметичных конструкций микросборок приведена в рекомендуемом приложении 2.

I.5. Разработку конструкции корпуса микросборки производят по ОСТ4 ГО.010.203 совместно с разработкой топологии микрополосковой платы.

I.6. Основанием для разработки микросборки является техническое задание, в котором должны быть отражены следующие исходные данные:

принципиальная электрическая схема;
тип конструкции корпуса;

ориентировочные габариты и масса микросборки;

материал корпуса и вид покрытия;

тип, габариты и присоединительные размеры радиочастотного соединителя;

требования к низкочастотным выводам;

допустимые зазоры между микрополосковыми платами, микрополосковой платой и корпусом;

минимальное расстояние от лицевой поверхности платы до крышки корпуса;

срок, условия хранения и эксплуатации микросборки;

метод крепления в аппаратуре;

материал подложки;

конкретный или максимально допустимый размер подложки или подложек;

размеры (ширина, длина, толщина) микрополосковых линий и максимально допустимые размеры сосредоточенных элементов (резисторов, дросселей, конденсаторов);

метод подстройки электрических параметров;

метод металлизации;

величина зазоров для связанных микрополосковых линий;

точность выполнения размеров микрополосковых линий и зазоров между ними;

расположение контактных площадок, входа и выхода микрополосковых линий;

номинальные значения и предельные отклонения основных электрических параметров сосредоточенных элементов, мощность рассеяния (для резисторов), максимальное рабочее напряжение (для конденсаторов), максимальный рабочий ток (для микрополосковых линий);

данные по навесным элементам, вариант установки их на микрополосковую плату.

Для герметичной конструкции микросборки должны быть указаны:

критическая влажность внутри корпуса;

заполнение корпуса инертным газом или твердым диэлектриком;

давление газа внутри корпуса.

В случае необходимости могут задаваться:

форма [illegible] в случае частичной металлизации экранной поверхности подложки;

сопротивление квадрата резистивной пленки Ом/□ ;

рекомендуемое взаимное расположение микрополосковых линий и сосредоточенных элементов;

дополнительные требования к параметрам элементов (добротность, высокая точность номинала и т.п.);

метод крепления микрополосковой платы к корпусу микросборки;

метод герметизации и метод проверки герметичности до и после герметизации.

I.7. Конструкторские чертежи на микросборку должны быть оформлены в соответствии с ЕСКД и ОСТII0.000.028.

## 2. ПОСТРОЕНИЕ РЯДОВ ТИПОРАЗМЕРОВ

2.I. Микросборки могут быть выполнены как на одной микрополосковой плате, так и на нескольких платах.

2.2. Стыковка входящих в микросборку микрополосковых плат должна обеспечивать получение прямоугольного контура.

2.3. Размеры микросборок определяются внешними размерами контура, образованного микрополосковыми платами, входящими в микросборку.

## 3. ПРАВИЛА КОНСТРУИРОВАНИЯ МИКРОСБОРОК

3.I. Внутренняя полость корпусов герметичных микросборок должна быть выполнена:

инертным газом - аргоном высшего сорта, ГОСТ I0I57-73, гелием высшей очистки, ТУ 5I-650-74, или газообразным азотом особой чистоты или высшего сорта, ГОСТ 9293-74, под давлением в соответствии с требованиями технического задания на микросборку;

твердым диэлектриком - пенопластом термореактивным ПЭН-И, ТУ 6-03-[illegible]-74.

3.2. Микросборки могут быть защищены лакокрасочным покрытием. Выбор покрытия производится в соответствии с требованиями технического задания на микросборку (в части эксплуатации) и рекомендациями ОСТ4 ГО.0I4.002.

Металлические стержни и стеклянные бусы низкочастотных выво-

дов, а также резьба и внутренние полости радиочастотных соединителей должны быть защищены от окраски.

3.3. На чертеже микросборок должны быть указаны: место и содержание маркировочных надписей в соответствии с требованиями ОСТ4 ГО.073.200.

Выбор краски для нанесения маркировочных надписей производить в соответствии с требованиями технического задания на микросборку (в части эксплуатации) и рекомендациями ОСТ4 ГО.028.001.

3.4. Конструкции микросборок с использованием корпусов различных вариантов приведены на черт.1-8.

Рекомендации по выбору различных конструктивных вариантов микросборок приведены в рекомендуемом приложении 3.

3.5. Для уменьшения влияния зазоров между микрополосковыми платами, а также между торцами микрополосковых плат и элементами (деталями) корпуса, на которых установлены СВЧ-соединители, на параметры микрополосковых линий рекомендуется максимально-допустимую величину этого зазора выбирать в зависимости от рабочей частоты $f$, требуемого коэффициента стоячей волны по напряжению $K_{ctU}$ и диэлектрической проницаемости $\varepsilon$ материала подложки микрополосковой платы в соответствии с графиком, приведенным в рекомендуемом приложении 4.

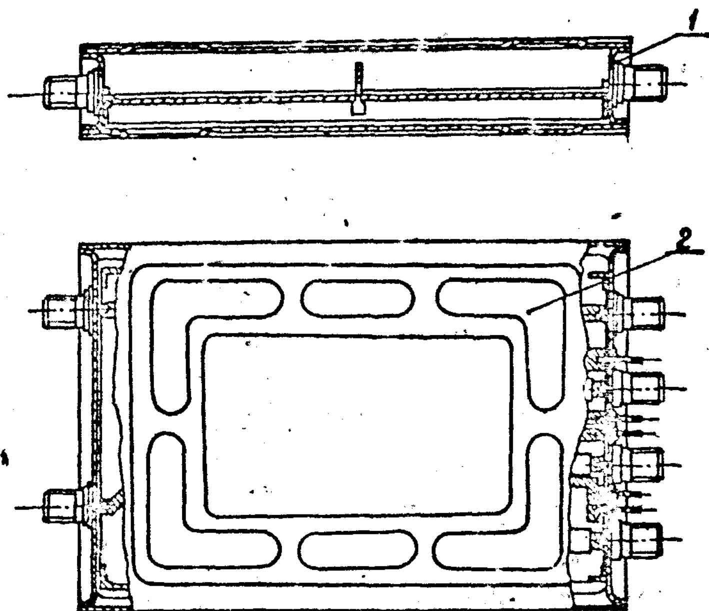
В этом случае соединение микрополосковых линий на платах должно осуществляться припайкой плоских перемычек. Ширина перемычки не должна отличаться от ширины микрополосковой линии более чем на 10%, толщина не должна быть менее 15 мкм. Смещение плоской перемычки относительно микрополосковой линии не должно превышать 15% ширины микрополосковой линии.

3.6. Присоединение микрополосковых плат к элементам (деталям) корпуса может быть выполнено как механическим путем (с помощью специальных прижимов), так и путем припайки микрополосковых плат к элементам (деталям) корпуса или их приклейки специальными клеями. Возможно применение для конструктивной пайки следующих припоев: ПОС 40, ПОС 61, ПОСК 50-18, ГОСТ 1499-70; ПОИ 50, ОСТ4 ГО.021.201.

3.7. Лицевые поверхности всех микрополосковых плат, установленных в микросборку, должны находиться в одной плоскости.

3.8. Низкочастотные выводы, выполненные в виде самостоятельного элемента, присоединять к элементам (деталям) корпуса сваркой, пайкой или приклеиванием.

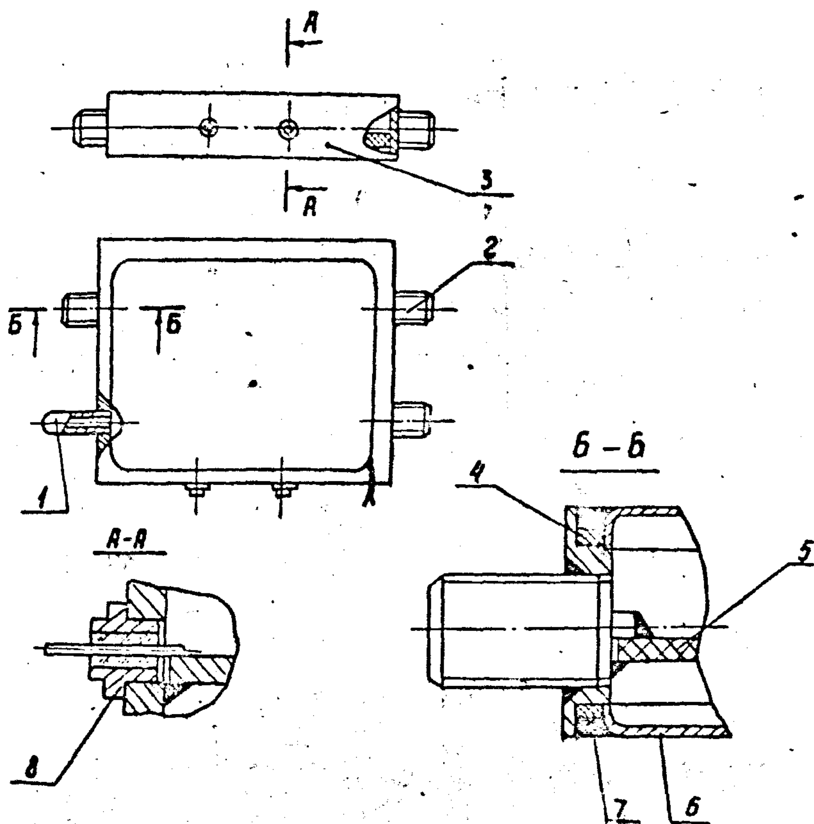
Микросборка в штампованном корпусе пенального типа




I - основание; 2 - кожух

Черт. I

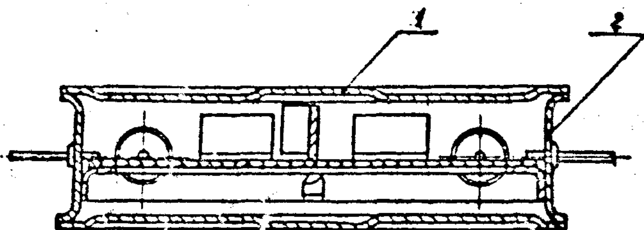
Микросборка во фрезерованн м корпусе рамочного типа

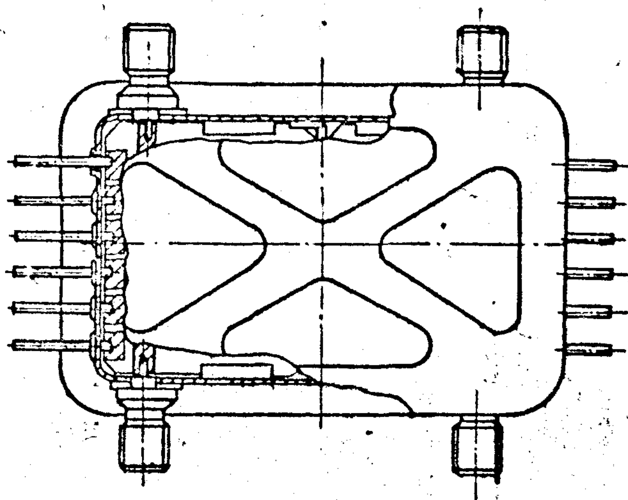



I – трубка; 2 – радиочастотный соединитель;
3 – корпус; 4 – прокладка резиновая;
5 – микрополосковая плата; 6 – крышка;
7 – проволока; 8 – низкочастотный вывод

Черт. 2

Микросборка в штампованном корпусе рамочного типа

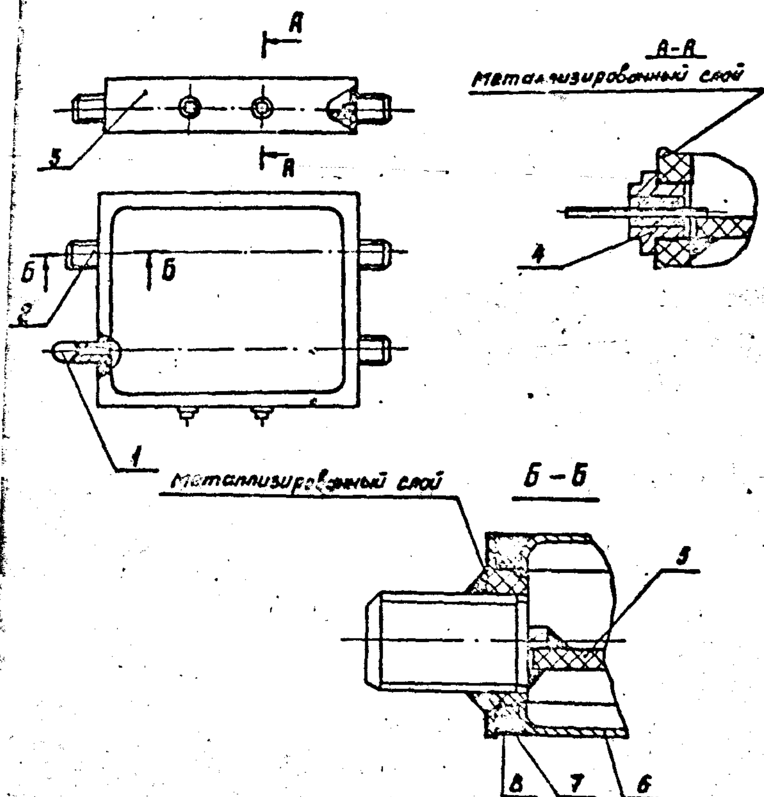


I – крышка; 2 – основание

Черт. 3

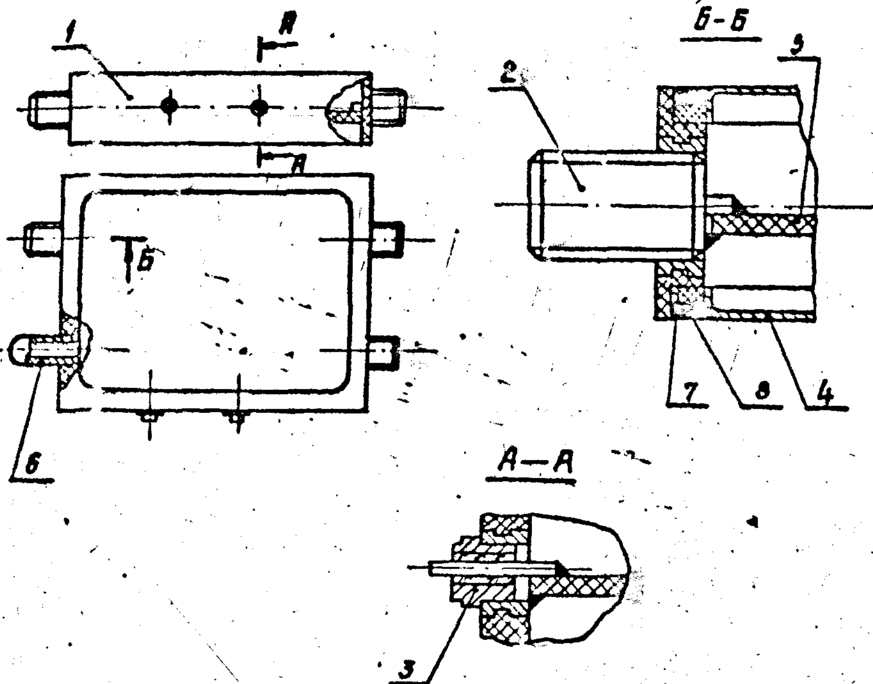
Микросборка в прессованном металлизированном корпусе рамочного типа




I – трубка; 2 – радиочастотный соединитель; 3 – корпус; 4 – низкочастотный вывод; 5 – микрополосковая плата; 6 – крышка; 7 – проволока; 8 – прокладка резиновая

Черт. 4

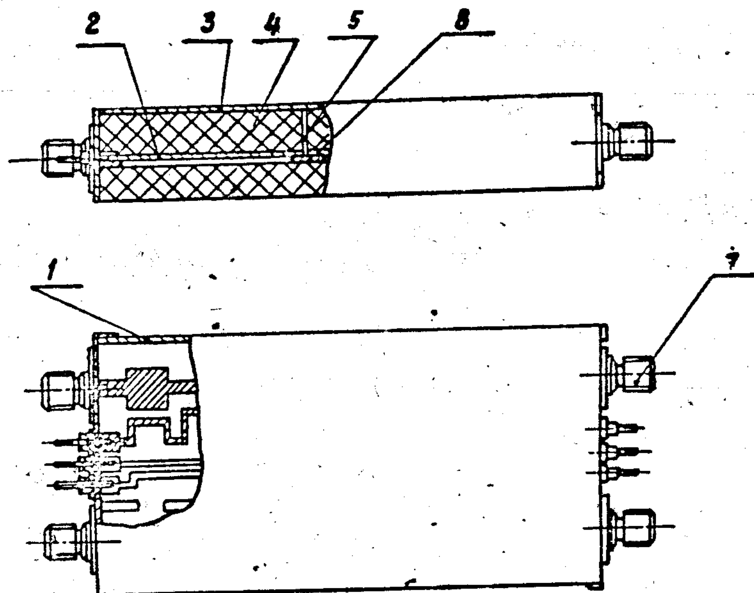
Микросборка в гальваническом корпусе рамочного типа




I – корпус; 2 – радиочастотный соединитель; 3 – низкочастотный вывод; 4 – крышка; 5 – микрополосковая плата; 6 – трубка; 7 – прокладка резиновая; 8 – проволока

Черт. 5

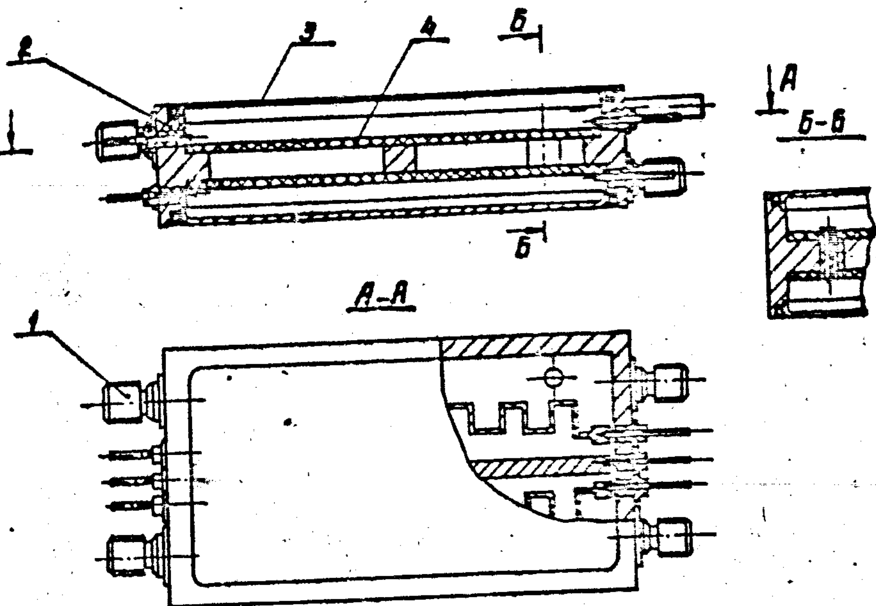
Микросборка в составном корпусе рамочного типа




I – стенка; 2 – микрополосковая плата; 3 – крышка; 4 – заполнитель ПЭН; 5 – экран; 6 – поддон; 7 – радиочастотный соединитель

Черт. 6

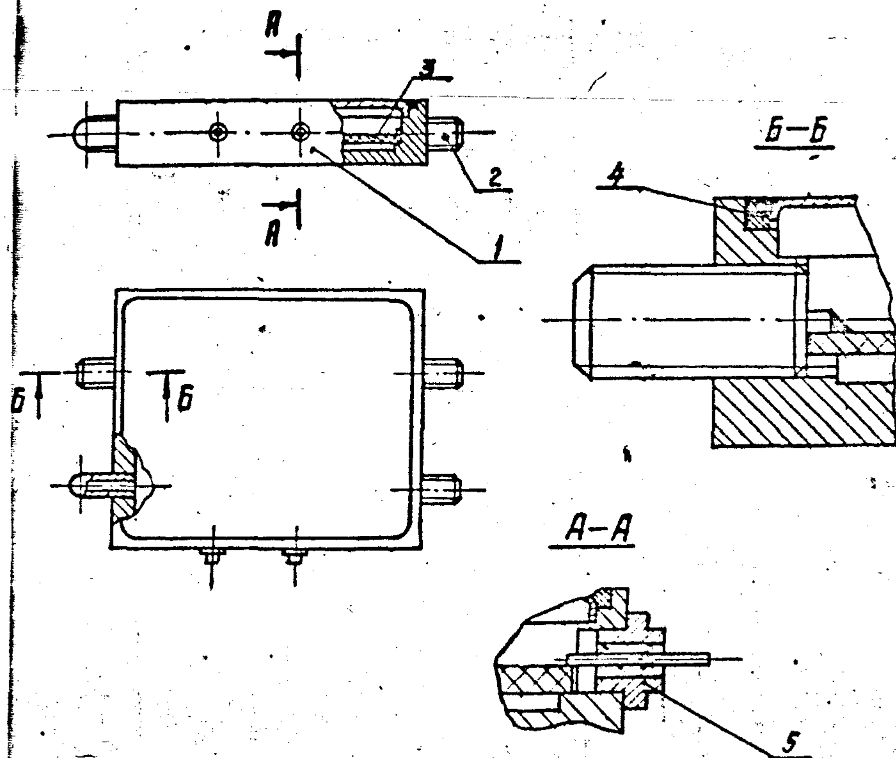
# Микросборка с двухъярусным расположением микрополосковых плат




1 - радиочастотный соединитель; 2- корпус;
3 - крышка; 4 - микрополосковая плата

Черт. 7

Микросборка в чашечном корпусе




1 – основание; 2 – радиочастотный соединитель;
3 – микрополосковая плата; 4 – крышка;
5 – низкочастотный вывод

Черт. 8

3.9. Присоединение радиочастотных соединителей или гермовводов к элементам (детали) корпусов, выполненным из листового материала толщиной менее I мм, должно производиться пайкой или сваркой.

Присоединение радиочастотных соединителей или гермовводов к элементам (деталям) корпусов, имеющим в месте присоединения толщину более I мм, должно производиться установкой в отверстие с последующей герметизацией пайкой по контуру стыка.

3.10. Для увеличения жесткости микросборок допускается, при необходимости, заполнение нижнего (нерабочего) объема микросборки компаундом КТ-102 с наполнением по ОСТ4 ГО.029.003 или пенопластом термореактивным ПЭН-И.

3.11. Способы крепления микросборок в блоках настоящим стандартом не регламентируются, а определяются в каждом конкретном случае, исходя из конкретных требований к устройствам.

3.12. Конструкция основания корпуса пенального типа представлена на черт.9. Метод соединения деталей между собой - контактная точечная сварка.

При необходимости на поддон может быть установлен экран. Для крепления микрополосковых плат к поддону корпуса механическим путем рекомендуются специальные прижимы.

3.13. Герметизация микросборки в штампованном корпусе пенального типа должна производиться электродуговой сваркой кожуха и основания по контуру стыка сплошным швом.

3.14. Конструкция основания корпуса рамочного типа представлена на черт.10.

При необходимости на поддон может быть установлен экран.

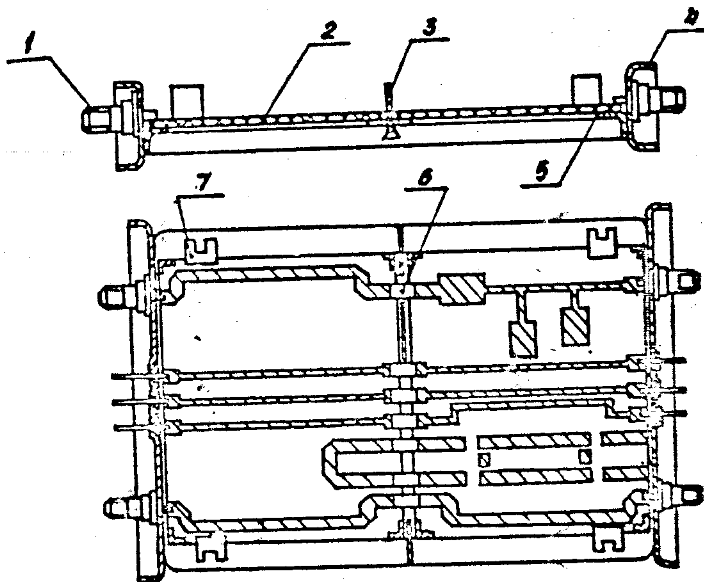
В случае крепления микрополосковых плат к поддону корпуса механическим путем рекомендуется применение специальных упоров.

Метод соединения каркаса, поддона и упоров между собой - контактная точечная сварка.

3.15. Присоединение крышек к основанию может производиться путем электродуговой сварки или приклейки основания и крышек по контуру стыка сплошным швом.

Сварка допускается только для микросборок, каркасы которых имеют отбортовки.

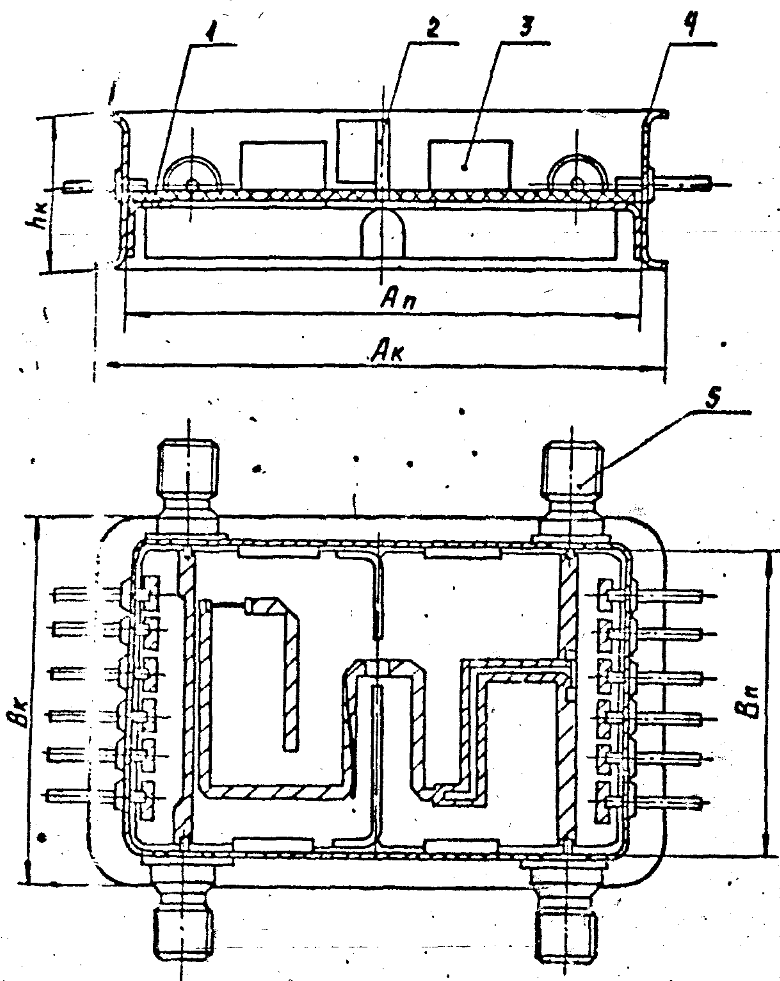
Основание корпуса пенального типа




I – радиочастотный соединитель;
2 – микрополосковая плата;
3 – экран; 4 – стенка; 5 – поддон;
6 – перемычка; 7 – прижим

Черт. 9

Основание корпуса рамочного типа




I - поддон; 2 - экран; 3 - упор; 4 - каркас;
5 - радиочастотный соединитель

Черт. 10

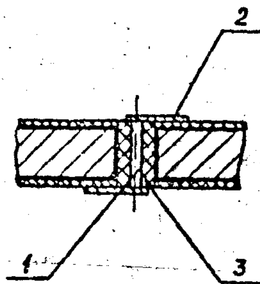
3.16. Крепление микрополосковых плат в корпусе микросборки с двухъярусным расположением плат осуществляется пайкой или механическим способом.

3.17. Конструкция коаксиального перехода для соединения микрополосковых линий на платах, расположенных одна под другой, представлена на черт. II. Фторопластовая втулка устанавливается в корпус по посадке с натягом. Соединение проводника с микрополосковыми линиями производится плоской перемычкой.

3.18. Герметизация микросборок, выполненных во фрезерованных, прессованных и гальванопластических корпусах рамочного и чашечного типов, а также в двухъярусных корпусах обеспечивается пайкой крышки по контуру с введением резиновой прокладки и стальной или латунной луженой проволоки диаметром от 0,63 до 0,8 мм для вскрытия микросборки.

3.19. Для проверки герметичности и последующего заполнения микросборок инертным газом на стенке корпуса должна быть установлена трубка из латуни или меди. Наружный диаметр трубки от 3 до 5 мм.

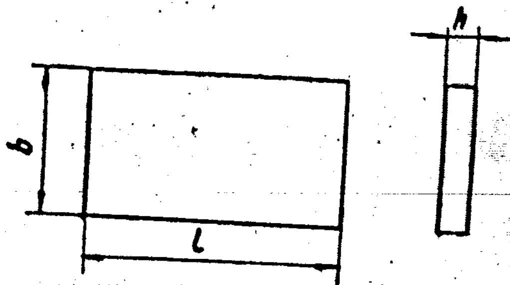
Коаксиальный переход между платами, расположенными одна под другой




I – проводник; 2 – перемычка; 3 – втулка

Черт. II

Конструкция подложек




Черт. 12

Таблица 1

мм

| B | l | h |
|---|---|---|
| 48 | 60 | 0,5; 1,0; 2,0 |
| 24 | 60 | |
| 30 | 48 | |
| 24 | 30 | |
| 15 | 24 | |
| 12 | 15 | |

Разрешается применять подложки с отверстиями, пазами и фасками.

4.1.3. Предельные отклонения размеров и шероховатость поставляемых подложек должны соответствовать данным технических условий.

Разрешается по согласованию с заказчиком применять подложки с предельными отклонениями, отличающимися от указанных в технических условиях на подложки.

4.1.4. Шероховатость поверхности подложек указана в табл.2.

Таблица 2

| Наименование параметра | Рабочая поверхность подложки | | | Экранная поверхность | Торцы подложки | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | под напыление | | под фольгирование | | без скрайбирования | после скрайбирования |
| | однослойное | многослойное или с повышенной добротностью микрополосковых линий | | | | |
| Шероховатость по ГОСТ 2789-73, не менее | 0,08 полировать | 0,04 полировать | 0,63 | 2,5 | 2,5 | √ (с кружком) |

4.2. Микрополосковые линии и контактные площадки

4.2.1. Толщина микрополосковых линий, контактных площадок и экрана не должна быть менее 12 мкм при работе на частотах до 2 ГГц, менее 6 мкм – на частотах от 2 до 8 ГГц и менее 4 мкм – на частотах свыше 8 ГГц.

4.2.2. Для изготовления микрополосковых линий, контактных площадок и экрана применять следующие материалы:

медь бескислородная (пруток диаметром 10 мм) марки МБ, ГОСТ 10988-64;

медь вакуум-плавленная гранулированная, бКО.028.007 ТУ;

фольга медная электролитическая с адгезионным покрытием толщиной 0,02 мм, ТУ 48-2-2-72;

12-процентный препарат жидкого золота, ТУ РСФСР 17-4274-70;

пасты проводниковые 3701, 3711, ГГО.027.003 ТУ.

4.2.3. Для улучшения адгезии напыляемого проводникового (токопроводящего) слоя в качестве адгезионного подслоя применять следующие материалы:

хром металлический марки ЭРХ, МТУ 5-30-70;

## 4.4. Пленочные конденсаторы

4.4.1. Для изготовления обкладок конденсаторов применять следующие материалы:

алюминий марки А0, ГОСТ 11069-74;
титан ВТI-0 (адгезионный подслой для нижней обкладки);
ванадий марки ВНМ-I (адгезионный подслой для верхней обкладки);
тантал ТНЗ;
пасты проводниковые 3701; 3711, ГГО.027.003 ТУ.
Рекомендуемая толщина обкладок конденсаторов - не менее 2 мкм.

4.4.2. Для изготовления диэлектриков конденсаторов применять следующие материалы:

моноокись германия, ГОСТ 19602-74;
боросиликатное стекло, ТУ II ЕТО.035.015 ТУ-72;
фоторезист ФН-II, ТУ6-14-631-71;
пятиокись тантала;
пасты конденсаторные 0902, ГГО.027.006 ТУ.
Основные параметры пленочных диэлектриков приведены в рекомендуемом приложении 5, табл.3.
Допускается по согласованию с заказчиком применение других диэлектрических материалов, удовлетворяющих техническим требованиям на конденсаторы.

## 4.5. Изоляционные слои

4.5.1. Для изготовления изоляционных слоев применять следующие материалы:

боросиликатное стекло;
фоторезист ФН-II;
паста диэлектрическая 1001, ГГО.027.005 ТУ (для подложек из керамического материала);
паста диэлектрическая 1003, ГГО.027.005 ТУ (для подложек из ситалла).
Основные параметры пленочных изоляционных слоев приведены в табл.3 рекомендуемого приложения 5.

# 5. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ И ОГРАНИЧЕНИЯ НА РАЗРАБОТКУ ТОПОЛОГИИ

## 5.I. Общие коьструктивно-технологические требования

5.I.I. Рекомендуемое волновое сопротивление входа и выхода микрополосковых линий 50 Ом.

5.I.2. Максимальная плотность постоянного тока в микрополосковых линиях на ситалловых подложках 30 А/мм$^2$, на подложках из поликора 200 А/мм$^2$.

5.I.3. Микрополосковые линии должны быть расположены параллельно сторонам подложки, под углами 30, 45 и 60$^0$ и по дуге окружности или спирали.

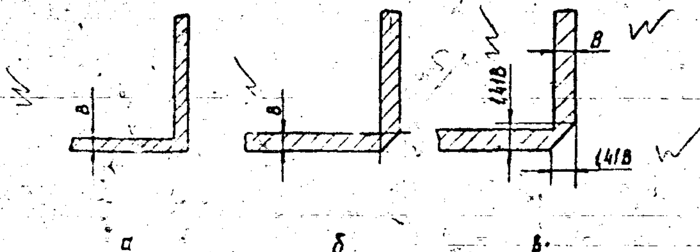
Предпочтительно расположение микрополосковых линий параллельно сторонам подложки.

5.I.4. При отсутствии специальных требований расстояние между краями соседних микрополосковых линий, не связанных между собой, должно быть не менее утроенной толщины подложки.

5.I.5. Микрополосковые линии, не связанные с отверстиями или пазами, напыленные резисторы и индуктивности должны располагаться на расстоянии не менее удвоенной толщины подложки от кромки паза или отверстия.

5.I.6. Изгибы микрополосковых линий шириной менее 0,I мм следует выполнять по черт.I3 а, шириной от 0,I до 0,5 мм - по черт. I3 б, шириной более 0,5 мм - по черт.I3 в.

Изгибы микрополосковых линий




Черт.I3

5.I.7. Входы и выходы микрополосковых линий следует располагать с шагом, кратным I,5 мм, предпочтительно на противоположных сторонах подложки.

Минимальное расстояние между входами и выходами микрополосковых линий определяется конструкцией радиочастотного соединителя. Предпочтительно входы и выходы микрополосковых линий располагать от края подложки на расстоянии 7,5 мм и далее с шагом, кратным 7,5 мм, на сторонах, равных 60, 30 и I5 мм, и от края подложки на расстоянии 6 мм и далее с шагом, кратным 6 мм, на сторонах, равных 48, 24 и I2 мм.

5.I.8. Входы и выходы микрополосковых линий должны оканчиваться на расстоянии не менее 0,2 мм и не более 0,5 мм от края платы.

5.I.9. Контактные площадки под низкочастотные выводы следует располагать по всему периметру микрополосковой платы с шагом, кратным I,5 мм.

Минимальное расстояние между низкочастотными выводами - 4,5 мм.

5.I.I0. Навесные элементы необходимо располагать на свободных от пленочных элементов местах микрополосковой платы, за исключением контактных площадок и микрополосковых линий, к которым присоединяются контактные поверхности навесных элементов.

5.I.II. В особых технически обоснованных случаях допускается размещение проводников питания под корпусами или выводами навесных элементов при условии нанесения диэлектрического слоя, клея или лака на участок проводника, расположенного под корпусом или выводом.

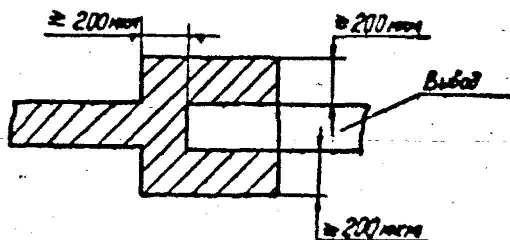
5.I.I2. Для каждого вывода элемента, устанавливаемого на микрополосковую плату, должна быть предусмотрена контактная площадка или контактный участок микрополосковой линии.

5.I.I3. Размеры контактной площадки или участка микрополосковой линии, предназначенных под крепление и присоединение проволочных выводов навесного элемента или перемычки через отверстие в плате, должны быть не менее суммы трех диаметров отверстия.

5.I.I4. Размеры контактной площадки или участка микрополосковой линии, предназначенные под присоединение вывода навесного

элемента или перемычки должны превышать размеры контактной части вывода или перемычки на 200 мкм, как указано на черт.I4.

Контактная площадка под присоединение вывода навесного элемента




Черт. I4

5.I.I5. Площадь контактной площадки для присоединения выводов нескольких навесных элементов, имеющих электрический контакт, не должна быть менее суммы минимально допустимых размеров контактных площадок под выводы отдельных элементов.

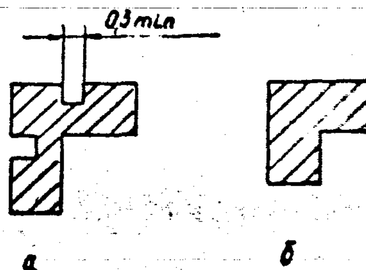
5.I.I6. Расстояние между контактными площадками для присоединения навесных элементов и низкочастотных выводов не должно быть менее 300 мкм.

5.I.I7. Для присоединения выводов навесных элементов, имеющих общий электрический контакт, допускаются контактные площадки как с частичным их разделением (черт.I5 а), так и без него (черт. I5 б).

5.I.I8. При необходимости точной фиксации расположения навесных элементов по отношению к микрополосковым линиям и контактным площадкам рекомендуется выполнять контактные участки линий и площадки в соответствии с черт.I6.

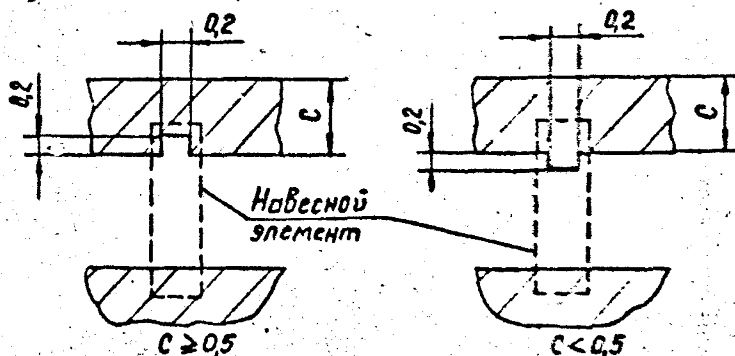
5.I.I9. Расстояние от края отверстия до контактных площадок и участков микрополосковых линий под установку навесных элементов не должно быть менее 500 мкм.

Контактные площадки для присоединения выводов навесных элементов, имеющих электрический контакт




Черт. 15

Контактные участки линий и площадки для точной фиксации расположения навесных элементов




Черт. 16

5.I.20. Контактные площадки и контактные участки микрополосковых линий для присоединения навесных элементов должны размещаться на микрополосковой плате с учетом следующих требований:

расстояние между корпусом (основанием) элемента и краем микрополосковой платы, между выводом и краем платы не должно быть менее I мм;

расстояние между корпусами (основаниями) соседних элементов или корпусами (основаниями) и выводами соседних элементов не должно быть менее 2 мм.

5.I.21. Минимально допустимые размеры контактных площадок, мкм:

Для пайки . . . . . . . . . . . . . 500х500
Для сварки . . . . . . . . . . . . . 300х300.
Для контроля пленочных элементов 300х300.

5.I.22. Для контроля режимов питания навесных элементов и измерения номиналов пленочных элементов могут быть использованы контактные площадки или микрополосковые линии при условии сохранения качества их поверхности.

5.I.23. В случае невозможности контроля резисторов из-за их шунтирования проводниковыми элементами схемы рекомендуется на свободном месте платы вблизи от контролируемых резисторов размещать резисторы "свидетели".

При шунтировании резисторов проводниковыми элементами схемы допускается контрольное измерение величины их сопротивления путем создания в проводниках технологических разрывов длиной не более 0,2 мм. После контроля разрыв запаивается.

5.I.24. Для выборочной оценки адгезии проводниковых элементов рекомендуется на свободных местах в центре и у краев платы предусмотреть не менее трех специальных контактных площадок размерами 0,5•0,5 мм.

5.I.25. Контактные площадки следует располагать на расстоянии не менее 200 мкм от краев микрополосковой платы.

5.I.26. Для микрополосковых плат, крепящихся в корпусе пайкой, обратная сторона должна быть металлизирована полностью, за исключением мест расположения на ней элементов схемы.

Для плат, крепящихся приклейкой, необходимость металлизации обратной стороны, определяемая требования к схеме, должна быть указана в техническом задании на микрополосковую плату.

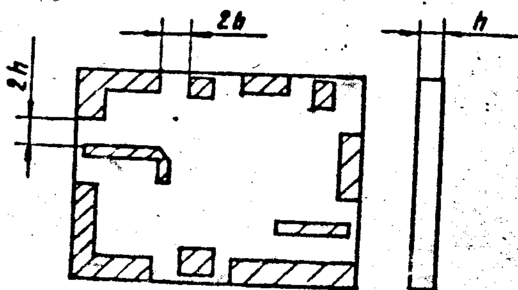
5.  .27. Торцы плат, кроме мест выхода низкочастотных и высокочастотных соединений, могут быть металлизированы. Необходимость металлизации, определяемая требованиями к схеме, должна быть указана в техническом задании.

5.  .28. По периметру микрополосковой платы допускается оставлять металлизацию шириной от I до 3 мм (черт.I7) за исключением мест расположения входов и выходов микрополосковых линий и контактных площадок под низкочастотные выводы.

Расстояние между металлизированной поверхностью и контактными площадками или микрополосковыми линиями не должно быть менее суммы двух толщин подложки.

5.  .29. Изоляционный слой под центральным выводом пленочной индуктивности должен выступать за край пленочной перемычки не менее чем на 400 мкм.

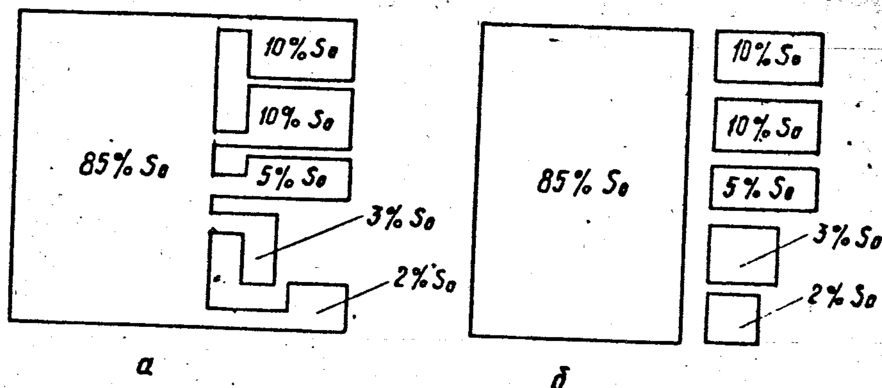
Металлизация по периметру микрополосковой платы




Черт. I7

5.I.30. При проектировании прецизионных конденсаторов необходимо предусматривать подгонку номинала либо удалением части верхней обкладки, как показано на черт.I8 а, либо присоединением перемычкой части верхней обкладки, как показано на черт.I8 б, где $S_0$ – расчетная площадь конденсатора.

Топология прецизионных пленочных конденсаторов



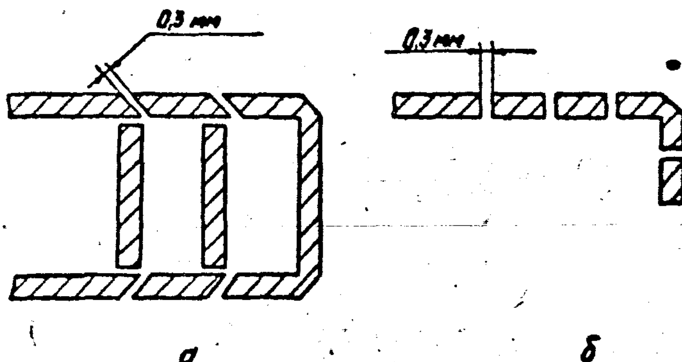

Черт. I8

5.I.31. Для получения требуемых параметров микросборок на стадии схемотехнической отработки допускается предусматривать возможность изменения длины отрезков микрополосковых линий в соответствии с примерами черт.I9 а, б. Требуемая длина линии устанавливается с помощью перемычек, припаянных к отрезкам линий и перекрывающих разрывы.

5.I.32. Отверстия и пазы в микрополосковых платах могут быть как с металлизацией, так и без нее.

5.I.33. Расчет геометрических размеров пленочных элементов приведен в рекомендуемом приложении 6.

Топология микрополосковых линий
при подстройке их длин




Черт. I9

## 5.2. Технологические требования и ограничения при изготовлении микрополосковых плат методами тонкопленочной технологии

5.2.I. При изготовлении микрополосковых плат слои наносить в следующем порядке:

резистивный слой (резисторы);
нижние обкладки конденсаторов;
проводниковый слой (экран, микрополосковые линии, контактные площадки и т.д.);
диэлектрик;
верхние обкладки конденсаторов;
защитный слой;
антикоррозионная защита.

Допускается и другой порядок изготовления слоев, определяемый технологией изготовления.

5.2.2. Пленочные элементы - микрополосковые линии, резисторы, конденсаторы и индуктивности располагаются на расстоянии не менее 2 мм от краев подложки.

В отдельных технически обоснованных случаях (схема типа фильтров "гребенка в гребенку", схемы вибраторов и т.д.) допускается расположение микрополосковых линий у края подложки и с переходом через торец на экранную поверхность.

5.2.3. Минимально допустимая ширина линий, величина зазоров между ними и предельные отклонения их размеров в зависимости от технологического метода изготовления приведены в табл.3 (для линий длиной не более 40 мм).

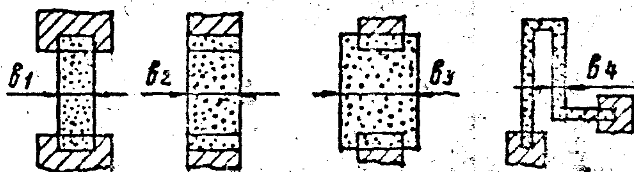
В технически обоснованных случаях разрешается ширину линий и величину зазоров между ними делать менее указанных в табл.3, если это обеспечивается технологией изготовления.

Таблица 3

| Вариант технологического метода в соответствии с ОСТ4 ГО.054.207 | Минимальные размеры, мкм | | |
|---|---|---|---|
| | Ширина линии | Величина зазора между линиями | Предельные отклонения |
| I а, I б, I в, 3 а, 3 б, | 70 | 50 | ±20 |
| 4, 5, 2 а, 2 б | 40 | 30 | ±15 |

5.2.4. Минимально допустимые размеры пленочных резисторов и минимально допустимая ширина зазоров между резистивными участками (черт.20) указаны в табл.4.

Топология пленочных резисторов




Черт. 20

Таблица 4

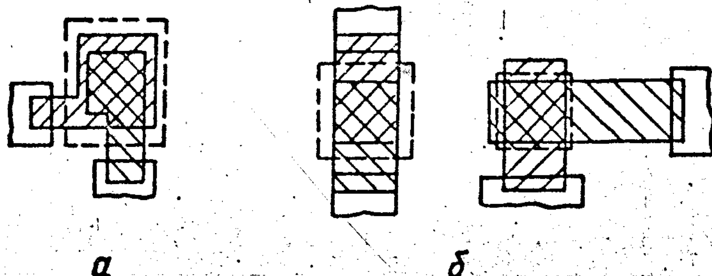
| Метод изготовления | Минимальные размеры резистора, мкм | | |
|---|---|---|---|
| | Ширина | Длина | Величина зазора между резистивными участками |
| Масочный | 200 | 300 | 200 |
| Фотолитография | 50 | 50 | 80 |

5.2.5. Точность выполнения резисторов (черт.20) в зависимости от применённого метода изготовления указана в табл.5.

5.2.6. Точность выполнения конденсаторов ±15%.

5.2.7. У пленочных конденсаторов (черт.2I а) нижняя обкладка не должна выступать менее чем на 200 мкм за край верхней, а диэлектрик – за край нижней обкладки.

Топология пленочных конденсаторов




Черт. 2I

5.2.8. У пленочных конденсаторов (см.черт.2I б) диэлектрик не должен выступать за края площади перекрытия обкладок менее чем на 200 мкм.

Таблица 5

| Метод изготовления | Точность изготовления, % |
|---|---|
| Масочный | ±15 |
| Фотолитография | ±7 |
| С индивидуальной доводкой номинала танталовых резисторов | до ±1 |

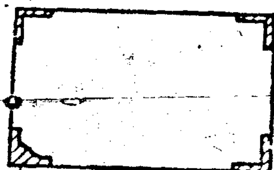
5.2.9. Места соединения контактных участков обкладок конденсаторов с другими элементами необходимо располагать на расстоянии не менее 200 мкм от края диэлектрика.

5.2.10. Для совмещения пленочных элементов, расположенных в разных слоях, должно быть предусмотрено их перекрытие не менее чем на 200 мкм.

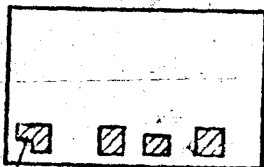
5.2.11. Чертеж каждого слоя платы должен иметь реперные знаки по углам контура, ограничивающего габариты подложки. Форма реперных знаков может быть любой.

Рекомендуемая форма реперных знаков - уголки с длиной сторон не менее 1 мм при ширине не менее 0,2 мм (черт.22 а). Левый нижний реперный знак, определяющий базовый угол, является ключом микрополосковой платы. Рекомендуемая конфигурация ключа показана на черт. 22 а.

Топология реперных знаков слоев




а




б

Черт. 22

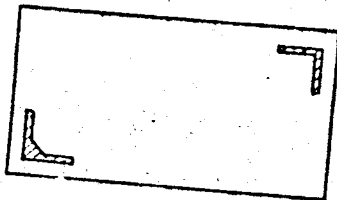
5. .12. Допускается располагать реперные знаки на фотоориги-нале слоев по углам вне контура, ограничивающего габариты подложки. В этом случае ключом платы должна быть левая нижняя контактная площадка (черт.22 б), для платы с резонаторами и конденсаторами - левый нижний реперный знак (черт.23).

5. .13. Для совмещения слоев микрополосковых плат в каждом слое необходимо предусмотреть дополнительные реперные знаки, которые располагаются по диагонали или вдоль любой другой стороны на свободных местах платы вблизи ее углов. Форма реперных знаков может быть любой.

Рекомендуемая форма реперных знаков - уголки с длиной стороны не менее I мм при ширине не менее 100 мкм (см.черт.23).

Если платы изготовляются с мультиплицированным рисунком схемы и в последующем разрезаются, реперный знак можно располагать в любом месте чертежа схемы.

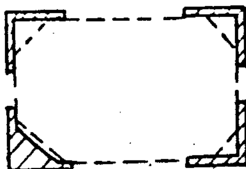
Топология реперных знаков для совмещения слоев



Черт. 23

5.2. 4. Для фотооригиналов микрополосковых плат с фасками рекомендуемая форма реперных знаков - уголки с длиной сторон, превышающей размер фаски не менее чем на I мм при ширине не менее 0,2 мм (черт. 24).

Топология реперных знаков
для фотооригиналов микрополосковых плат



Черт. 24

## 5.3. Технологические требования и ограничения при изготовлении микрополосковых плат методом толстопленочной технологии

5.3.1. При изготовлении микрополосковых плат методом толстопленочной технологии слои наносить в следующем порядке:

- проводниковый слой (микрополосковые линии, нижние обкладки конденсаторов, дроссели, контактные площадки, экран, металлизация торцев и отверстий);
- диэлектрик под перемычки индуктивности;
- диэлектрик конденсаторов;
- верхние обкладки конденсаторов, перемычки индуктивности;
- резисторы;
- защитный слой.

5.3.2. Микрополосковые линии располагать на расстоянии не менее 0,3 мм от краев платы.

5.3.3. Минимально допустимая ширина микрополосковых линий и величина зазоров между ними 150 мкм.

5.3.4. Минимально допустимые размеры пленочных резисторов и расстояние между ними, мкм:

| | |
|---|---|
| Ширина . . . . . . . . . . . . | 800 |
| Длина . . . . . . . . . . . . | 300 |
| Расстояние между резисторами . | 300 |

Соотношение длины и ширины пленочных резисторов не должно быть менее 0,35.

5.3.5. Точность изготовления пленочных резисторов при индивидуальной доводке номиналов резисторов ±2%.

При проектировании резисторов с подгонкой номинала до ±2%, расчетный номинал должен быть на 15% ниже требуемого.

5.3.6. У пленочных конденсаторов (см.черт. 21 а) нижняя обкладка за край верхней, а диэлектрик за край нижней обкладки не должны выступать менее чем на 300 мкм.

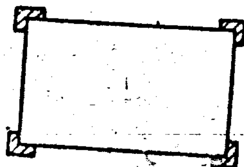
5.3.7. У пленочных конденсаторов (см.черт. 21 б) диэлектрик не должен выступать за края площади перекрытия обкладок конденсатора менее чем на 300 мкм.

5.3.8. Места соединений контактных участков обкладок конденсаторов с другими элементами необходимо располагать на расстоянии не менее 300 мкм от края диэлектрика.

5.3.9. Для совмещения пленочных элементов, находящихся в разных слоях, должно быть предусмотрено их перекрытие не менее чем на 300 мкм.

5.3.10. Фотооригиналы микрополосковых плат должны иметь реперные знаки по углам вне контура, ограничивающего габариты платы. Форма реперных знаков может быть любой. Рекомендуемая форма реперных знаков - уголки с длиной сторон не менее 0,5 мм при ширине не менее 0,2 мм (черт. 25).

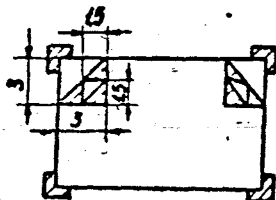
Топология реперных знаков фотооригиналов



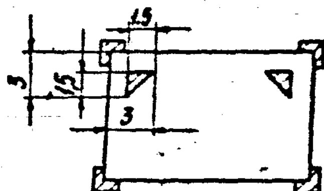
Черт. 25

5.3.II. Для совмещения слоев микрополосковых плат в каждом слое необходимо предусмотреть дополнительные реперные знаки, которые располагаются вдоль длинных сторон (предпочтительно) на свободных местах платы вблизи ее углов.

Топология реперных знаков для совмещения слоев




нечетный слой




четный слой

Черт. 26

Форма реперных знаков может быть любой. Рекомендуемая форма реперных знаков – равнобедренные прямоугольные треугольники с длиной сторон не менее 3 и I,5 мм, последовательно чередующихся в слоях (черт.26).

5.4. Требования к механической обработке

5.4.I. Пазы и отверстия на подложках должны быть выполнены по 4–7 классам точности. Применение 4 класса точности должно быть согласовано с технологической службой предприятия.

5.4.2. Диаметры отверстий должны выбираться в соответствии с ГОСТ 6636–69. Рекомендуемый минимальный диаметр отверстия 0,5 мм.

5.4.3. Минимальная ширина внутреннего паза – 0,5 мм. Максимально допустимое отношение длины внутреннего паза к его ширине I0:I.

5.4.4. Минимальные расстояния от кромки отверстия или паза до края подложки, а также между кромками отверстия или паза должны соответствовать данным табл.6.

Таблица 6

мм

| Диаметр отверстия или ширина паза | Минимальное расстояние | |
|---|---|---|
| | от кромки отверстия или паза до края подложки | между кромками отверстия или паза |
| От 0,5 до 2,0 | I,0 | I |
| " 2,0 " 5,0 | 2,5 | 4 |
| " 5,0 " I0,0 | 4,0 | 6 |

5.4.5. Шероховатость поверхности отверстий, пазов и торцов плат после механической обработки не должна быть хуже класса 8 а по ГОСТ 2789-73.

## 6. РАЗРАБОТКА ТОПОЛОГИИ МИКРОПОЛОСКОВЫХ ПЛАТ

### 6.I. Этапы разработки

6.I.I. Разработку топологии следует производить следующими этапами:

разработка схемы соединений пленочных элементов на плате, т.е. выбор взаимного расположения микрополосковых линий, резисторов, конденсаторов, дросселей, контактных площадок и т.п., удовлетворяющей предъявляемым к топологии конструктивным и электрическим требованиям;

расчет геометрических размеров пленочных элементов (резисторов, индуктивностей, конденсаторов);

выбор формы и размещение пленочных элементов на рабочей площадке подложки;

оценка качества разработанной топологии и при необходимости проведение соответствующих ее корректировок.

6.I.2. Для простых схем, содержащих небольшое число элементов, разработку топологической схемы, выбор формы элементов и их размещение следует производить одновременно.

## 6.2. Разработка схемы соединений элементов

6.2.1. Рекомендуется следующий порядок разработки:

из принципиальной схемы условно исключить навесные элементы и заменить их выводы контактными площадками и контактными участками микрополосковых линий;

в полученной схеме соединений элементов разместить в соответствии с конструктивными и электрическими требованиями контактные площадки и микрополосковые линии, к которым подсоединяются навесные элементы и внешние выводы;

при наличии пересечений необходимо их ликвидировать, производя соответствующие упрощения перестановкой контактных площадок и микрополосковых линий.

6.2.2. Расчет геометрических размеров пленочных элементов производить в соответствии с формулами и рекомендациями приложения 2.

## 6.3. Размещение и выбор формы пленочных элементов

6.3.1. Исходными данными для размещения пленочных элементов являются:

- схема соединений элементов;
- размер подложки;
- геометрические размеры пленочных элементов;
- электрические и конструктивные данные и требования;
- основные технологические данные и ограничения.

6.3.2. Разработку топологии рекомендуется начинать с размещения основной микрополосковой линии передачи, определяющей расположение радиочастотных выводов. Затем размещают остальные элементы и контактные площадки в соответствии со схемой соединения элементов.

6.3.3. При размещении микрополосковой линии рекомендуется придавать ей форму с минимальным числом изгибов. К изгибам следует прибегать только в тех случаях, когда без них размещение микрополосковой линии на подложке невозможно.

Варианты топологии, отличающиеся по сравнению с требованием технического задания, количеством изгибов микрополосковых линий, должны быть согласованы с разработчиком схемы.

6.3.4. Рекомендуется переходить на меньший размер платы, если после размещения всех элементов остается свободной ее значительная часть.

6.3.5. В отобранный вариант топологии микрополосковой платы при наличии незанятой площади вносят изменения, упрощающие технологию изготовления (например, увеличиваются расстояния между элементами, размеры площадок и т.п.).

## 6.4. Оценка качества топологии

6.4.1. Разработанная топология микрополосковой платы должна удовлетворять всем требованиям, предъявляемым к конструктивным и электрическим параметрам:

- учитывать все ограничения, обусловленные технологией изготовления микрополосковых плат;
- обеспечивать возможность контроля электрических параметров элементов схем;
- обеспечивать нормальную работу схемы при заданном конструктивном исполнении и условиях эксплуатации;
- обеспечивать изготовление микрополосковой платы и последующий ее контроль по электрическим параметрам наиболее простыми технологическими методами.

6.4.2. Пример разработки топологии микрополосковой платы аттенюатора приведен в рекомендуемом приложении 7.

# 7. УСТАНОВКА НАВЕСНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА МИКРОПОЛОСКОВЫЕ ПЛАТЫ

## 7.I. Требования к установке элементов

7.I.1. При разработке конструкторской документации на микрополосковые платы с установкой навесных элементов (полупроводниковых приборов, резисторов, конденсаторов и др.) следует руководствоваться требованиями, изложенными в стандартах или технических условиях на эти элементы.

7.I.2. Варианты формовки, обрезки выводов навесных элементов, установки их на микрополосковые платы и разметка микрополосковых плат приведены для следующих элементов:

резисторов типа С3-3П, ОЖ0.467.100 ТУ;
С2-12П, ОЖ0.467.100 ТУ;

конденсаторов типа К10-9, ОЖ0.460.068 ТУ;
К10-17В, ОЖ0.460.107 ТУ;

диодов типа АА112А, АА112Б, ТУ II ТТ3.360.066 ТУ;
2А116А, Ц63.362.000 ТУ;
АА204А-АА204В, ТУ II аА0.336.040 ТУ-75;
1И401А, 1И401Б, ТТ3.360.043 ТУ;
2А516А, ЯШ3.360.001 ТУ;
2А517А, 2А517Б, ТТ0.336.028 ТУ;

транзисторов типа IТ329А-IТ329В, ЩТ3.365.057 ТУ;
IТ330А-IТ330Г, ЖК3.365.185 ТУ;
IТ341А-IТ341В, ЩТ3.365.065 ТУ;
2Т354А, 2Т354Б, СБ0.336.038 ТУ;
IТ362А, ЖК3.365.239 ТУ;
2Т371А, СБ3.365.108 ТУ;
2Т372А-2Т372В, ЖК3.365.246 ТУ;
IТ374А, ЖК3.365.248 ТУ;
2Т382А, 2Т382Б, СБ0.336.070 ТУ;
ГТ383А-ГТ383В, ТУ II аА0.336.062 ТУ-74;
IТ387А, БI3.365.001 ТУ;
2Т3101А, СБ0.336.064 ТУ;
2Т607А, Я53.365.008 ТУ;
ГТ612А, ТУ II БI3.365.000 ТУ.

Вариант установки навесных элементов определяется в техническом задании на микросборку.

7.I.3. В технически обоснованных случаях при установке навесных элементов при условии согласования с головным предприятием допускаются отступления от требований настоящего стандарта при соблюдении требований государственных стандартов или технических условий на элементы. Отступление от требований технических условий на элементы должно быть согласовано с предприятием-разработчиком навесного элемента.

7.I.4. Настоящий стандарт не ограничивает номенклатуру элементов, устанавливаемых на микрополосковые платы. При использовании элементов, не включенных в настоящий стандарт, их установку производить с учетом требований государственных стандартов и технических условий на эти элементы и условий эксплуатации СВЧ-микросборок.

7.I.5. Расстояние от корпуса (основания) элемента до места изгиба при одноразовой гибке или места пайки выводов должны соответствовать требованиям, приведенным в разделах "Указания по монтажу и эксплуатации" государственных стандартов или технических условий на элементы. Расстояние до места пайки - расстояние (а) от места соединения вывода с корпусом (основанием) до ближайшей границы зоны расплавления припоя, измеренное по выводу (черт.27). Расстояние до места изгиба - расстояние от места соединения вывода с корпусом (основанием) до начала радиуса округления (R).

7.I.6. Радиусы гибки выводов элементов должны соответствовать требованиям государственных стандартов или технических условий. При отсутствии этих требований в государственных стандартах или технических условиях для формовки выводов диаметром или толщиной менее 0,5 мм принять минимальный внутренний радиус равный 0,5 мм. Для формовки выводов диаметром или толщиной более 0,5 мм принять минимальный внутренний радиус, равным толщине (диаметру) вывода.

7.I.7. Длина участка вывода навесного элемента, присоединяемого к контактной площадке или микрополосковой линии, не должна быть менее 0,5 мм.

7.I.8. При формовке и обрезке выводов навесных элементов должны быть исключены механические нагрузки на места крепления вывода в корпусе (основании).

7.I.9. Навесные элементы следует размещать с одной или двух сторон микрополосковой платы.

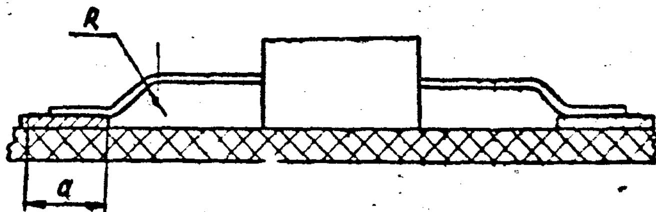
7.I.10. Корпуса (основания) навесных элементов должны быть жестко зафиксированы на микрополосковой плате с помощью:

пайки контактных поверхностей резисторов, конденсаторов и бескорпусных полупроводниковых приборов к контактным площадкам платы;

приклеивания корпусов (оснований) полупроводниковых приборов к плате;

дополнительных механических держателей корпусов (оснований) полупроводниковых изделий.

Пример установки навесного элемента




Черт. 27

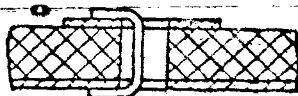
7.1.11. Варианты крепления элементов на микрополосковой плате следует выбирать исходя из их массы, конструктивных данных, указанных в технических условиях и государственных стандартах на элементы, а также из условий эксплуатации микросборки. Способ крепления должен быть указан в сборочном чертеже на микрополосковую плату.

7.1.12. При отсутствии металлизации отверстий соединение контактных площадок с экраном через отверстие следует осуществлять пайкой плоских или круглых перемычек (черт.28).

Диаметр круглых перемычек не должен быть менее 0,4 мм и более 1 мм. Толщина плоских перемычек должна быть от 15 до 50 мкм, ширина от 0,4 до 1 мм.

10 . 35

Соединение контактных площадок с экраном через отверстие в плате



Черт. 28

7.I.I3. При отсутствии металлизации торцов платы соединение контактных площадок с экранной поверхностью через торец следует осуществлять пайкой плоских перемычек (черт.29). Толщина плоских перемычек должна быть от 15 до 50 мкм, ширина перемычек определяется шириной заземляемой контактной площадки и не должна быть более 8 мм. При большой ширине заземляемой перемычки допускается установка нескольких перемычек. В местах установки перемычек следует делать в поддоне окна.

Соединение контактных площадок с экраном через торец платы



Рис. 29

7.I.I4. Соединение микрополосковых линий на плате при необходимости следует осуществлять пайкой или сваркой круглых или плоских перемычек. Смещение перемычки относительно микрополосковой линии не должно быть более 15% от ширины микрополосковой линии. Ширина плоской перемычки не должна отличаться от ширины микрополосковой линии более чем на 10%, толщина не должна быть менее 15 мкм. Диаметр круглой перемычки - не более 0,6 мм.

7.I.I5. Отверстия и пазы диаметром или размером свыше 8 мм рекомендуется закрывать со стороны экрана плоской перемычкой (медная фольга толщиной от 15 до 50 мкм), припаянной к экранной поверхности припоем ПСрОС 3-58, ТУ48-I-338-75 или ПОСК 50-I8.

7.I.I6. Для изготовления плоских и круглых перемычек следует использовать следующие материалы, покрытые серебром или луженые припоями:

проволока медная марки ММ, ГОСТ 2II2-7I;
фольга медная рулонная марки МI,ГОСТ 5638-5I.

Допускается применение фольги золотой Зл999,9 толщиной 0,02 мм, ГОСТ 8400-57, и проволоки золотой Зл999,9 диаметром от 0,03 до 0,06 мм, ГОСТ 7222-75.

7.1.17. Для соединения микрополосковых линий на плате золотыми круглыми и плоскими перемычками и присоединения золотых выводов навесных элементов сваркой контактные площадки должны быть медными без покрытия или с покрытием золотом или серебром.

7.1.18. Для пайки выводов и контактных поверхностей навесных элементов следует применять следующие припои:

ПОСК 50-18;
ПСрЗИ, ОСТ4 ГО.033.000;
117°С ПОИ50;
ПСрОС 3-58.

7.1.19. Для приклеивания корпусов и оснований навесных элементов клей выбирать в соответствии с ОСТ4 ГО.029.004.

## 7.2. Варианты установки навесных элементов на микрополосковые платы

7.2.1. Резисторы С2-12П и С3-3П следует устанавливать на микрополосковые платы согласно черт.30 и табл.7. Присоединение контактных поверхностей резисторов к контактным площадкам платы осуществлять пайкой припоем ПОСК 50-18.

7.2.2. Конденсаторы К10-9, К10-17В следует устанавливать на микрополосковые платы согласно черт.31, 32 и табл.8, 9. Присоединение контактных поверхностей конденсаторов к контактным площадкам платы осуществлять пайкой припоем ПОСК 50-18.

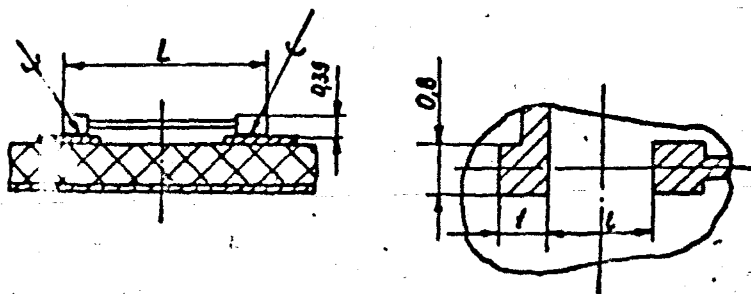
7.2.3. Диоды АА112А, АА112Б следует устанавливать на микрополосковые платы двумя способами согласно черт. 33.

Вариант "а" предусматривает крепление корпуса диода к плате установкой на клей.

Вариант "б" предусматривает установку корпуса диода на клей в отверстие или паз платы.

Присоединение диода осуществлять пайкой выводов припоем ПОСК 50-18 к контактным площадкам платы.

## Установка резисторов С2-I2П и С3-3П и разметка платы

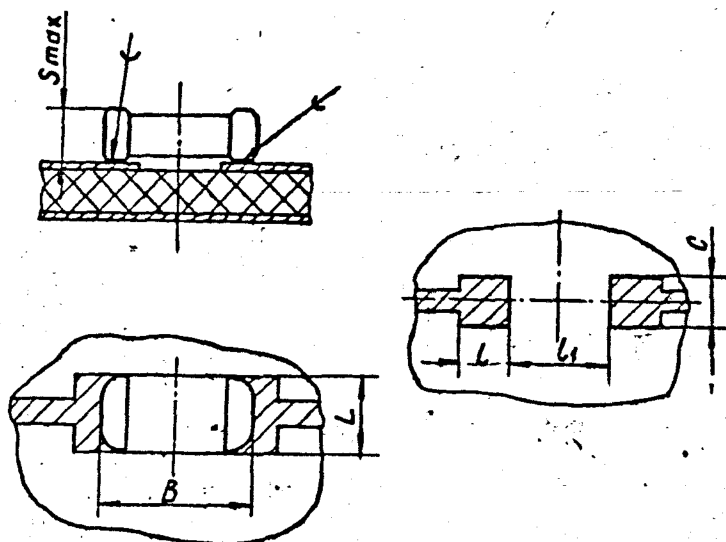



Черт.30

Таблица 7

| Тип резистора | Номинальная мощность рассеивания, Вт | Размеры, мм | |
|---|---|---|---|
| | | L | l |
| С2-I2П | 0,050 | $3^{+0,6}$ | 2 |
| | 0,125; 0,250 | $6^{+0,6}_{-0,2}$ | 5 |
| С3-3П | 0,025 | $3^{+0,6}$ | 2 |
| | 0,125 | $6^{+0,6}_{-0,2}$ | 5 |

## Установка конденсатора К10-9 и разметка платы



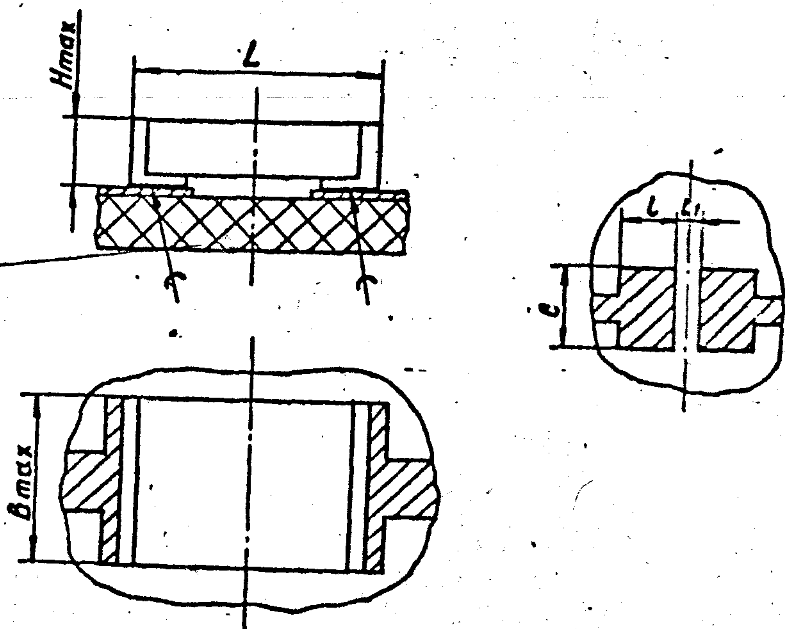

Черт. 31

Таблица 8

мм

| Обозначение видоразмеров | Размеры | | | Установочные размеры | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | L | B | Smax | L | $L_1$ | C |
| I | $2^{+0,2}_{-1,0}$ | $2^{+0,7}$ | I,2 | I,0 | I,0 | 2,2 |
| 2 | | $4^{+I,0}$ | | I,0 | 3,5 | 2,2 |
| 3 | $4^{+0,4}_{-2,0}$ | $4^{+I,0}$ | | I,0 | 3,5 | 4,4 |
| 4 | $2,5^{+0,I}_{-I,0}$ | $5,5^{+I,5}_{-0,5}$ | | I,5 | 4,5 | 2,6 |

## Установка конденсатора К10-17В и разметка платы




Черт. 32

Таблица 9

мм

| Обозначение видоразмеров | Размеры | | | Установочные размеры | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | L | B max | H max | L | $L_1$ | C |
| 1 | $1,5^{+0,4}_{-0,2}$ | 1,4 | 1,2 | 0,8 | 1,0 | 1,4 |
| 2 | $2^{+0,4}_{-0,2}$ | 1,9 | | | 1,5 | 1,9 |
| 3 | $4^{+0,5}_{-0,3}$ | 3,0 | | 1,0 | 3,0 | 3,0 |
| 4 | $5,5^{+0,7}_{-0,4}$ | | | | 4,5 | |
| 5 | | | | | | 4,6 |
| 6 | $4^{+0,5}_{-0,3}$ | | 2,0 | | 3,0 | 3,0 |
| 7 | $5,5^{+0,7}_{-0,4}$ | 4,6 | | | 4,5 | |
| 8 | | | | | | 4,6 |

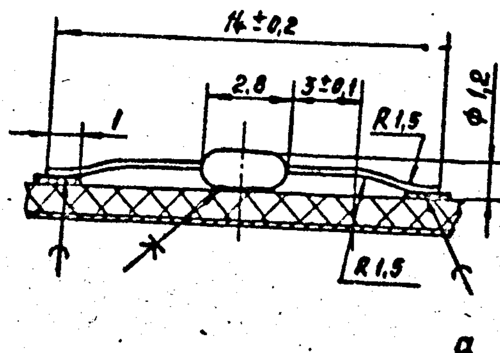
7.2.4. Диоды АА204А-АА204В следует устанавливать на микрополосковые платы согласно черт. 34.

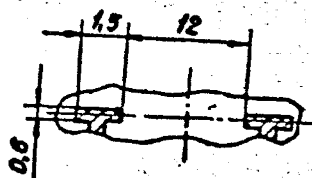
Присоединение диода к контактным площадкам платы осуществлять пайкой контактных выступов.

Пайку производить припоями ПОСК 50-18 или ПСрЗИ.

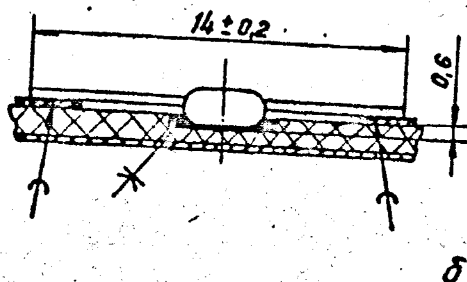
Допускается применять припой ПОИ 50 при условии, что рабочая температура диода в изделии не превышает 85 °С.

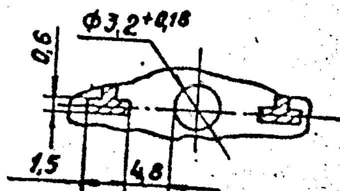
Формовка выводов, установка диодов АА112А, АА112Б и разметка платы




а

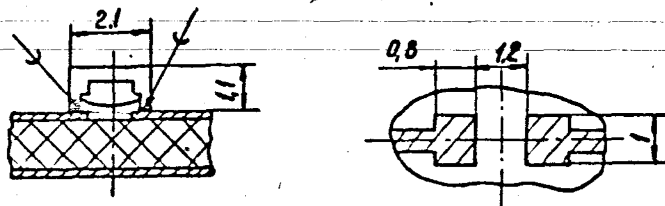



б

Черт. 33

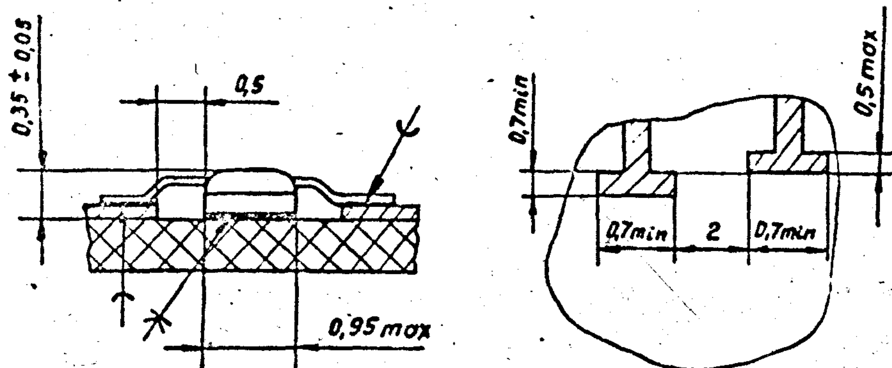
Установка диода АА204А-АА204В и разметка платы




Черт. 34

7.2.5. Диод АА116А следует устанавливать на микрополосковые платы согласно черт. 35. Крепление диода к плате осуществлять установкой на клей. Присоединение выводов диода к контактным площадкам производить пайкой припоями ПОИ 50 и ПСр3И или сваркой.

Установка диода АА116А и разметка платы




Черт. 35

7.2.6. Диоды 1И401А, 1И401Б устанавливать на микрополосковые платы двумя способами согласно черт.36.

Вариант "а" предусматривает крепление диода к плате установкой на клей.

Вариант "б" предусматривает установку корпуса диода в отверстие платы с приклеиванием клеем к металлической обойме, припаянной припоем ПОСК 50-18 или ПСрОС 3-58 к экрану платы.

Присоединение выводов диода к контактным площадкам осуществлять пайкой припоем ПОСК 50-18.

7.2.7. Диод 2А516А следует устанавливать на микрополосковые платы двумя способами согласно черт.37.

Вариант "а" применять при последовательном включении диодов в микрополосковую линию. Присоединение диодов осуществлять пайкой нижней контактной поверхности к контактной площадке платы и пайкой плоской перемычки к верхней контактной поверхности диода и соответствующей контактной площадке платы.

Вариант "б" применять при параллельном включении диодов между контактными площадками и экраном плат.

Для крепления и присоединения диодов при установке в отверстия платы толщиной 0,5 мм применять нижние и верхние плоские перемычки; для плат толщиной 1 или 2 мм - держатели и верхние плоские перемычки.

Присоединение диода осуществлять припоями ПОСК 50-18 или ПСрЗИ. Допускается применение припоя ПОИ 50 при условии, что рабочая температура диода в изделии не превышает 85°С.

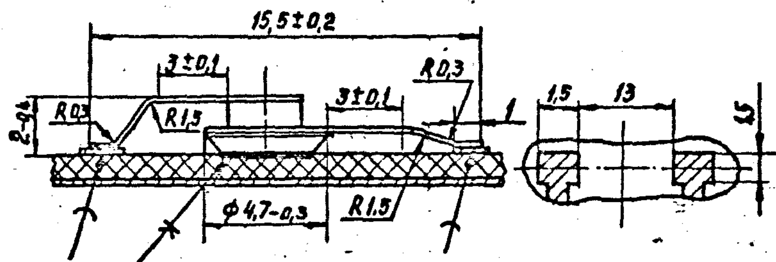
7.2.8. Диоды 2А517А, 2А517Б следует устанавливать на микрополосковые платы согласно черт. 38.

Присоединение диодов осуществлять пайкой контактной поверхности и вывода диода к контактным площадкам припоями ПОСК 50-18 или ПСрЗИ. Допускается применять припой ПОИ 50 при условии, что рабочая температура диода в изделии не выше 85°С.

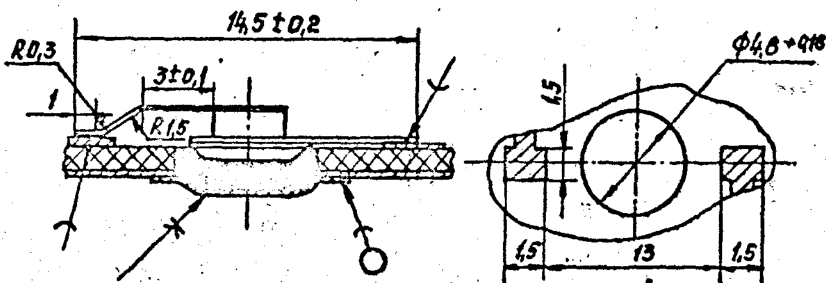
~~7.2.9. Транзисторы 1Т329, 1Т329В, 1Т330А-1Т330Г~~, 1Т341А-1Т341В, 1Т342А следует устанавливать на микрополосковые платы двумя способами согласно черт.39.

Вариант "а" предусматривает крепление корпуса транзистора установкой на клей, которым заполняют полость А между платой и корпусом внутри технологического отверстия.

Формовка выводов, установка диода 1И401А, 1И401Б
и разметка платы



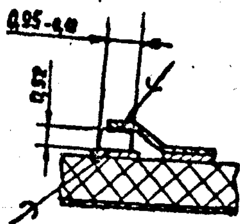
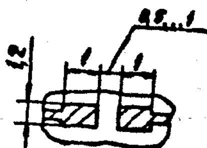

а



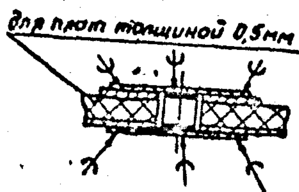

б

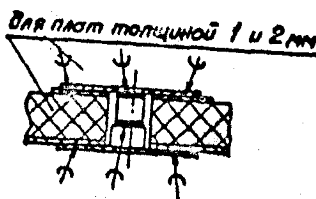
Черт. 36

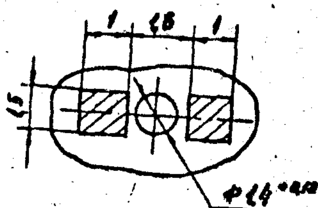
## Установка диода 2А516А и разметка платы

а



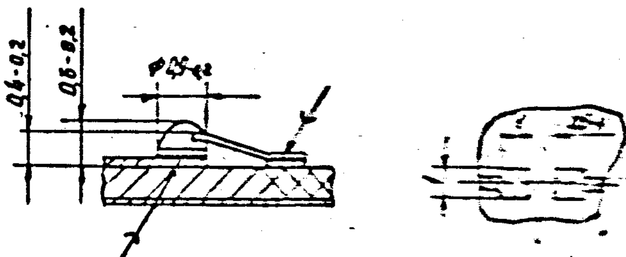




б

Черт. 37

## Установка [illegible] и [illegible]




Черт. 38

Вариант "б" предусматривает крепление корпуса транзистора, установленного в отверстие платы приклеиванием к обойме, припаянной по периметру к экрану платы припоем ПОСК 50-18 или ПСрОС 3-58. Присоединение транзисторов осуществлять пайкой выводов к контактным площадкам платы припоем ПОСК 50-18.

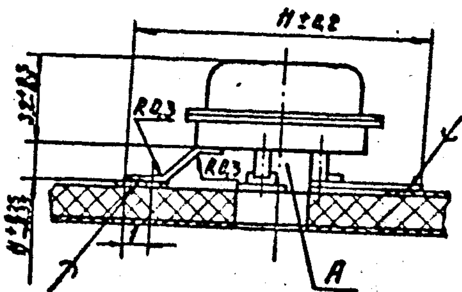
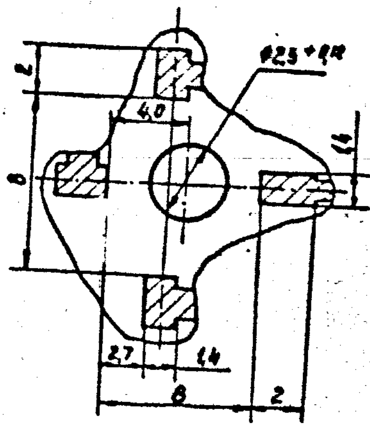
7.2.10. Транзисторы 2Т354А, 2Т354Б следует устанавливать на микрополосковые платы согласно черт.40. Допускается разметка платы, отличная от разметки, указанной в черт.40, при условии отсутствия перекрещивания и перегиба назад выводов и соблюдения расстояния до места пайки.

Крепление основания транзистора к плате осуществлять установкой на клей.

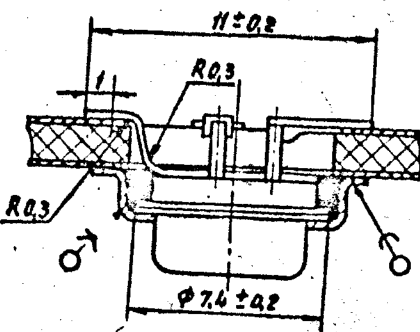
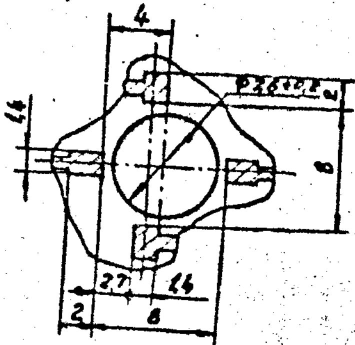
Присоединение транзисторов осуществлять пайкой выводов к контактным площадкам платы припоем ПОСК 50-18 или сваркой.

Допускается применять припой ПОИ 50 при условии, что рабочая температура транзистора в изделии не превышает 85 °С.

Формовка выводов, установка транзисторов
IТ329А-IТ329В, IТ330А-IТ330Г, IТ341А-IТ341В, IТ362А
и разметка платы

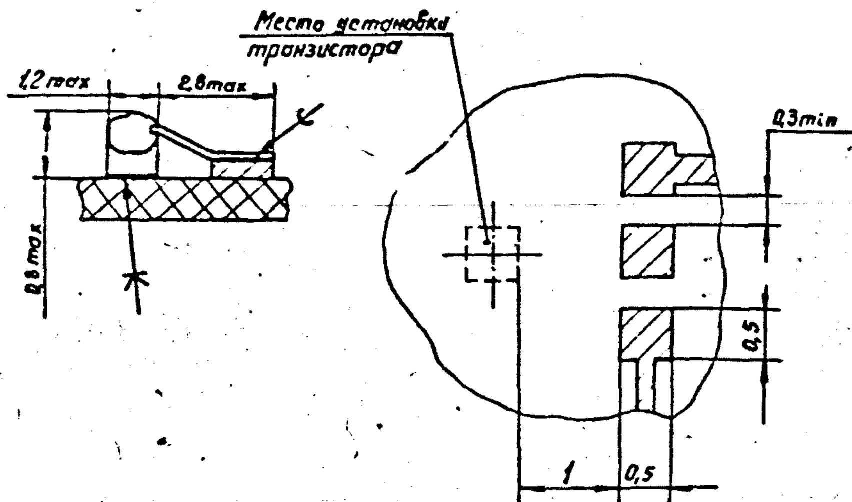
а

б

Черт. 39

Установка транзисторов 2Т354А, 2Т354Б
и разметка платы




Черт. 40

7.2.II. Транзисторы 2Т371А, 2Т372А-2Т372В, 2Т382А, 2Т382Б, ГТ383А-ГТ383В, IТ387А, 2Т3I0IА устанавливаются на микрополосковую плату согласно черт. 4I-44 и табл.I0.

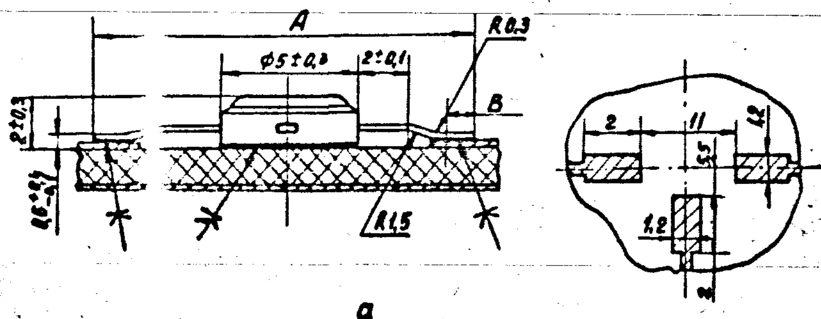
Вариант "а" предусматривает крепление корпуса транзистора к плате установкой на клей, вариант "б" - вклеивание корпуса транзистора в отверстие платы.

Присоединение выводов транзисторов к контактным площадкам платы осуществляется пайкой припоем ПОСК 50-I8.

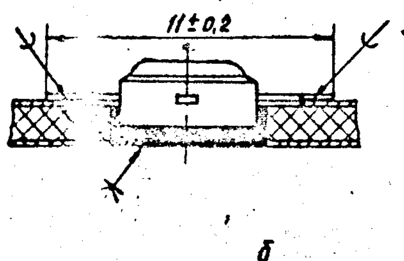
7.2.I2. Транзисторы IТ374А следует устанавливать на микрополосковую плату согласно черт.45.

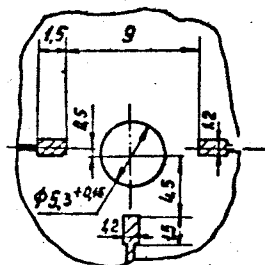
Присоединение контактных выступов транзистора к контактным площадкам платы осуществлять пайкой одним из следующих припоев: ПОСК 50-I8, ПСрЗИ, ПОИ 50.

Формовка выводов, установка транзисторов 2Т371А, 2Т382А, 2Т382Б и разметка платы




а




б

Черт. 4I

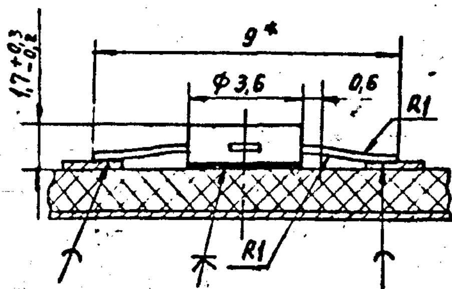
Таблица IO

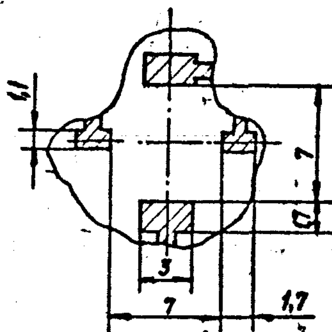
мм

| Тип транзисто[illegible]а | Размеры | |
|---|---|---|
| | А | В |
| 2Т37I | I4,50 ± 0,2 | I,20 |
| 2Т382 | I3,44 | 0,67 |

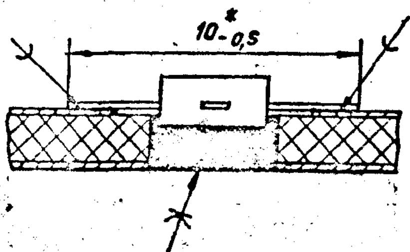
* – разме[illegible] для оправок

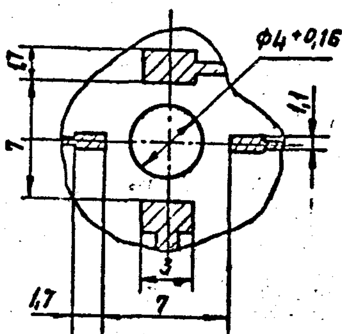
# Формовка выводов, установка транзисторов 2Т372А–2Т372В и разметка платы




а



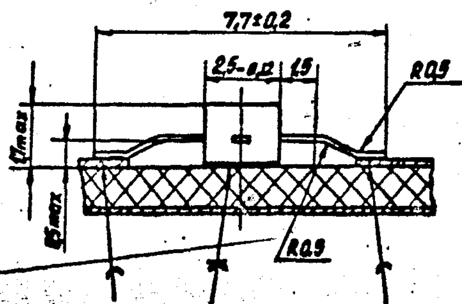



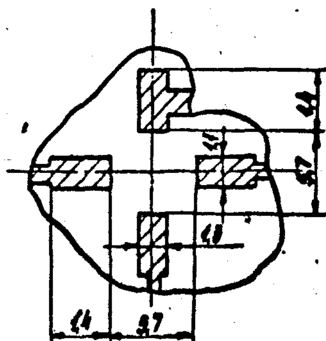

б

* – размеры для справок

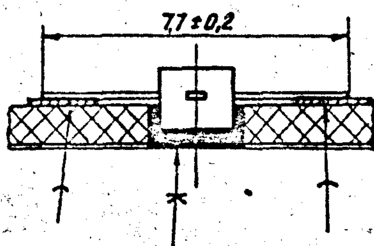
Черт. 42

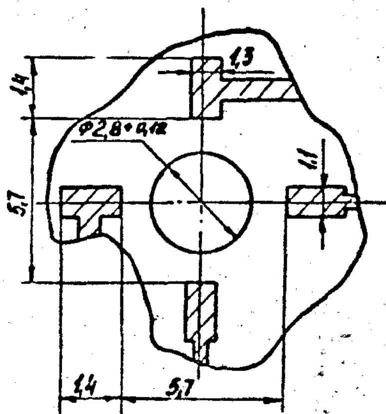
Формовка выводов, установка транзисторов 2Т3101А и разметка платы




а

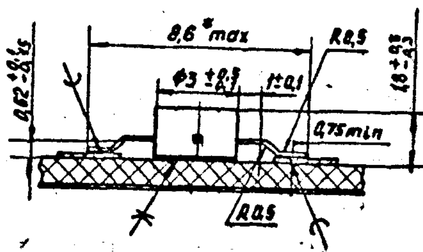


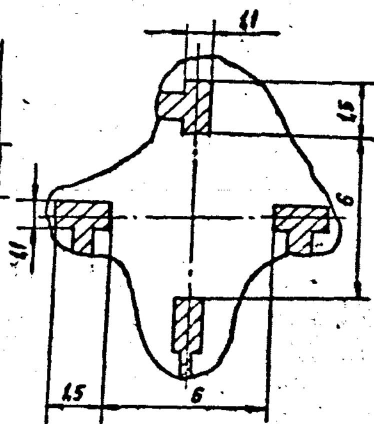




б

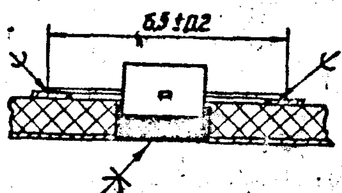
Черт. 43

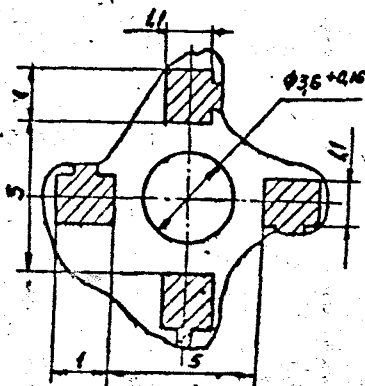
Формовка выводов, установка транзисторов ГТ383А-ГТ383В, IТ387А и разметка платы




а




б

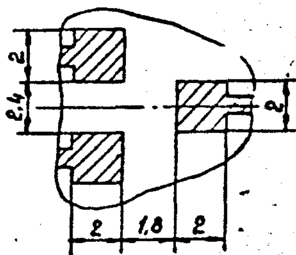
* – размеры для справок

Черт. 44

Установка транзистора 2Т607 и ГТ612А и разметка платы

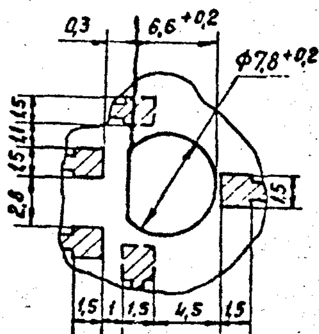
Ф7,5±0,2

1,6±0,2




а

3 max




б

Черт. 46

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМИНОВ

| Термин | Определение |
|---|---|
| Микросборка СВЧ-диапазона | Гибридно-пленочное микроэлектронное изделие, имеющее самостоятельное функциональное назначение в СВЧ-диапазоне, состоящее из одной или нескольких микрополосковых плат с навесными элементами или без них, установленных в корпус с коаксиальными радиочастотными соединителями и низкочастотными выводами |
| Микрополосковая плата | Плата стандартного размера, являющаяся основной частью микросборки СВЧ-диапазона, на поверхности которой сформированы сосредоточенные (резисторы, конденсаторы, дроссели) и распределенные элементы схемы - микрополосковые (несимметричные полосковые) линии |
| Подложка | Основание микрополосковой платы, толщина и диэлектрические характеристики которой определяют геометрические размеры и электрические параметры микрополосковых линий, сформированных на ее поверхности |
| Рабочая поверхность подложки | Поверхность подложки, на которой формируются распределенные и сосредоточенные элементы микрополосковой платы |
| Экранная поверхность подложки | Поверхность подложки, предназначенная для формирования экрана микрополосковой платы |
| Микрополосковая линия | Элемент микрополосковой платы, выполняющий совместно с подложкой и экраном функцию СВЧ-линии передачи |
| Экран | Полностью или частично металлизированная токопроводящая поверхность микрополосковой платы |

## МЕТОДИКА РАСЧЕТА КРИТЕРИЯ ГЕРМЕТИЧНОСТИ

Методика расчета предназначена для микросборок СВЧ диапазона, герметизированных в среде осушенного воздуха или инертного газа (аргона, гелия или их смеси ), а также допустима для микросборок, герметизированных в нормальной среде с последующей откачкой и заполнением.

Методика позволяет производить ориентировочный расчет допустимой величины натекания, указываемой в чертежах изделия.

### I. Общие положения

I.I. Скорость проникновения паров воды в герметизированный корпус зависит от размеров микронеплотностей в соединениях деталей корпуса. Эти размеры характеризуются величиной натекания. Натекание измеряется количеством воздуха, проникающего из атмосферы в вакуумный объем (выражается в $см^3$·мкм/ с или л·мкм/с).

I.2. Для выбранных величины критической влажности и величины натекания рассчитывается промежуток времени - критическое время, в течение которого влажность внутри корпуса в условиях хранения или эксплуатации достигает критического значения.

I.3. За критическую влажность принимается максимальное значение относительной влажности при температуре 293°К внутри корпуса, при которой изделие, заключенное в корпус, сохраняет работоспособность в течение срока хранения или срока службы. Критическая влажность выбирается на основании результатов экспериментов и теоретических соображений.

I.4. Расчет производится для нескольких значений натекания,и по полученным результатам строятся графики зависимости критического времени от натекания для условий хранения и эксплуатации.

Из построенных графиков для заданного гарантийного срока хранения в полевых условиях и срока службы определяются допустимые величины натекания. За критерий брака принимается меньшая величина натекания.

I.5. При составлении методики сделаны следующие допущения:

течь представляет собой круглый цилиндрический канал с площадью поперечного сечения, равной сумме площадей сечения реально существующих в корпусе микрополостей с неизвестной геометрией. За длину эквивалентного канала, исходя из чертежных размеров, принимается наименьшая толщина сечения корпуса в наиболее вероятном месте течи ;

температура внутри корпуса равна температуре окружающего воздуха в условиях хранения и эксплуатации ;

непосредственно после герметизации пары воды внутри корпуса отсутствуют.

В расчетах не учитываются явления конденсации влаги в канале и временного закрытия канала гидравлической пробкой ; не учитываются также изменения в течение суток наружного давления, температуры и влажности окружающего воздуха.

1.6. Хранение изделий производится в полевых условиях при температуре 300°К и относительной влажности 90%, т.е. в наиболее жестких условиях по влажности, приведенных в ГОСТ 16962-71.

1.7. Эксплуатация изделий производится при температуре 343°К или 358°К и относительной влажности 10,2% или 5,3% соответственно (указанные значения соответствуют относительной влажности 90% при температуре 300°К).

## 2. Порядок расчета критерия герметичности для корпусов, герметизированных в среде осушенного воздуха или инертного газа (аргона, гелия или их смеси)

2.1. Исходные данные для расчета в режиме хранения:

величина натекания В – от 1 до $10^{-4}$ см³мкм/с;

температура окружающего воздуха Т – 300°К;

относительная влажность окружающего воздуха $\varphi$ – 90%;

наружное атмосферное давление $P_2$ – $7,6\cdot10^5$ мкм рт.ст.;

длина эквивалентного канала $\ell$ – от 0,1 до 0,3 см;

вид газа, заполняющего корпус (осушенный воздух, аргон, гелий или смесь аргона с гелием);

для смеси аргона с гелием – процентное содержание аргона и гелия по объему;

гарантийный срок хранения $t$ хр.сутки.

2.2. Критическое парциальное давление водяных паров $P_{в.п.кр}$ определяется по формуле

$$P_{в.п.кр} = 17,54\,\frac{\varphi_{кр}}{100} \text{ мм рт.ст.,} \qquad (1)$$

где – $\varphi_{кр}$ – критическая влажность при температуре 293°К.

2.3. Величина критической плотности водяных паров $\rho_{в.п.кр}$, соответствующая критическому парциальному давлению внутри корпуса для температуры хранения определяется по формуле

$$\rho_{в.п.кр} = 2,8863\cdot10^{-4}\,\frac{P_{в.п.кр}}{t} \text{ г/см}^3. \qquad (2)$$

2.4. Значение критической плотности смеси воздух-водяной пар внутри корпуса $\rho_{в-вп.кр.}$ определяется по формуле

$$\rho_{в-вл.кр} = \frac{\rho_{в.п.кр}}{1,95 \cdot 10^{-3}} \ г/см^3 . \qquad (3)$$

2.5. Значение коэффициента диффузии D смеси воздух-водяной пар в газ, заполняющий корпус, для температуры хранения определяется:

для корпусов, заполненных осушенным воздухом по табл. I;

для корпусов, заполненных аргоном, гелием или смесью аргона с гелием, по табл. 2.

Таблица I

Физические характеристики смеси воздух-водяной пар

| Наименование параметров | Значение параметров | | |
|---|---|---|---|
| | при температуре хранения 300°К | при температуре эксплуатации | |
| | | 348°К | 358°К |
| Вязкость смеси воздух-водяной пар $\eta_{в-в.п.}$, пз | I,83·10$^{-4}$ | I,95·10$^{-4}$ | I,98·10$^{-4}$ |
| Наружная плотность смеси воздух-водяной пар $\rho_{нар\ в-в.п.}$, г/см³ | I,I524·I0$^{-3}$ | I,0080·I0$^{-3}$ | 9,6574·I0$^{-4}$ |
| Коэффициент диффузии смеси воздух-водяной пар в сухой воздух D, см²/с | 0,I84 | 0,225 | 0,240 |

Таблица 2

Значение коэффициента диффузии смеси воздух-водяной пар в аргон, гелий и в смесь аргон-гелий, см²/с

| Температура эксплуатации, °К | Соотношение аргона и гелия по объему, % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | He 100 | Ar 10 He 90 | Ar 20 He 80 | Ar 30 He 70 | Ar 50 He 50 | Ar 70 He 30 | Ar 80 He 20 | Ar 100 |
| 300 | 0,595 | 0,433 | 0,356 | 0,309 | 0,249 | 0,2I2 | 0,I98 | 0,I74 |
| 343 | 0,727 | 0,529 | 0,436 | - | 0,305 | - | 0,242 | 0,2IS |
| 358 | 0,775 | 0,564 | 0,464 | 0,402 | 0,325 | 0,276 | 0,258 | 0,227 |

2.6. Задается величина натекания из данного интервала значений натекания согласно табл. 3.

относительная влажность окружающего воздуха $\varphi$ - 10,2% для $T_э$ - 343°К и $\varphi$ - 5,3% для $T_э$ - 358°К;

наружное атмосферное давление $P_2$ - $7,6 \cdot 10^5$ мкм рт.ст.;

длина эквивалентного канала $l$ - от 0,1 до 0,3 см;

вид газа, заполняющего корпус (осушенный воздух, аргон, гелий, или смесь аргона с гелием);

для смеси аргона с гелием - процентное содержание аргона и гелия по объему,

гарантийный срок службы $t_{сл}$, сутки.

2.15. Рассчитывается критическое время для режима эксплуатации аналогично расчету для режима хранения. При этом следует:

подставить в формулу (2) для расчета критической плотности водяных паров значение температуры эксплуатации $T_э$ взамен температуры хранения T;

взять значение коэффициента диффузии смеси воздух-водяной пар в газ, заполняющий корпус, и значение наружной плотности смеси воздух-водяной пар из табл. I и 2 для температуры эксплуатации;

определить браковочный критерий натекания $B_{сл}$ из построенного графика для заданного срока службы.

2.16. Производится сравнение браковочных критериев $B_{хр}$ и $B_{сл}$, полученных для режима хранения и эксплуатации. За окончательный браковочный критерий принимается меньшая из двух величин натекания, округленная до полупорядка в сторону уменьшения.

## Пример расчета

Определяется критерий натекания для металлостеклянного корпуса, под плату размером 40·30 мм, герметизированного в смеси аргон-гелий.

Исходные данные для расчета в режиме хранения:

величина натекания B - от I до $10^{-4}$ см³·мкм/с;

температура окружающего воздуха T - 300°К;

относительная влажность воздуха $\varphi$ - 90%;

наружное атмосферное давление $P_2$ - $7,6 \cdot 10^5$ мкм рт.ст.;

критическая влажность $\varphi_{кр}$ - 65% при температуре 293°К;

свободный объем корпуса V - II см³;

длина эквивалентного канала $l$ - 0,1 см;

корпус заполнен смесью аргон-гелий с соотношением по объему 50:50%;

гарантийный срок хранения в полевых условиях - 1095 суток (3 года).

Критическое парциальное давление водяных паров определяется по формуле (I):

$$P_{в.п.кр.} = 17,54 \cdot \frac{65}{100} = 11,401 \text{ мм рт.ст.}$$

Величина критической плотности водяных паров, соответствующая критическому парциальному давлению внутри корпуса, определяется по формуле (2):

$$\rho_{kp_k} = 2,88 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{11,401}{300} = 1,0969 \cdot 10^{-5} \text{ г/см}^3$$

Значени[illegible] [illegible]ритической плотности смеси воздух-водяной пар внутри корпуса определ[illegible]ся по формуле (3):

$$\rho_{в-в.п.кр.} = \frac{1,0969 \cdot 10^{-5}}{1,95 \cdot 10^{-2}} = 5,6251 \cdot 10^{-4}\ г/см^3.$$

Значение [illegible]оэффициента диффузии $D$, смеси воздух-водяной пар в смесь аргон-гелий, заполняющую корпус, для заданного процентного содержания газов в смеси равно 0,249 см$^2$/с (см.табл.2).

Задается [illegible]личина натекания B из заданного интервала значений натекания, равная 1 см$^3$·мкм/с.

Значение [illegible]адиуса эквивалентного канала $a$, исходя из величины натекания и дл[illegible] эквивалентного канала, равно 9,04·10$^{-5}$ см (табл.3).

Значени[illegible] [illegible]аружной плотности смеси воздух-водяной пар $\rho_{в-в.п.}$ для температуры х[illegible]ения равно 1,1524·10$^{-3}$ г/см$^3$ (табл.1).

Коэффици[illegible]ты $F$ и $E$ определяются по формулам (4) и (5):

$$F = -\frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot (9,04 \cdot 10^{-5})^2}{0,1} = -6,4151 \cdot 10^{-8},$$

$$E = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot (9,04 \cdot 10^{-5})^2 \cdot 1,1524 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 7,3928 \cdot 10^{-11}.$$

Критичес[illegible]о время рассчитывается по формуле (6):

$$t_{кр} = \frac{11}{8,64 \cdot 10^4 \cdot (-6,4151 \cdot 10^{-8})} \cdot (\ln|7,3928 \cdot 10^{-11} - 6,4151 \cdot 10^{-8} \times$$

$$\cdot 5,6251 \cdot 10^{-4}| - \ln|7,3928 \cdot 10^{-11}|) = 1330\ суток.$$

Задается [illegible]ая величина натекания B из заданного интервала значений натекания, ра[illegible]н 10$^{-3}$ см$^3$·мкм/с.

Соответс[illegible]ющее значение радиуса эквива[illegible] [illegible]нала $a$ равно 1,11·10$^{-5}$ [illegible] (см.табл.3).

Вычисля[illegible]я коэффициенты

$$F = \frac{-0,25 \cdot 3,14 \cdot (1,11 \cdot 10^{-5})^2}{0,1} = -9,672 \cdot 10^{-10};$$

$$E = \frac{0,25 \cdot 3,14 \cdot (1,11 \cdot 10^{-5})^2 \cdot 1,1524 \cdot 10^{-3}}{0,1} = 1,1146 \cdot 10^{-12}.$$

Рассчиты[illegible]ется критическое время

$$t_{кр} = -\frac{11}{[illegible]64 \cdot 10^4 \cdot (-9,672 \cdot 10^{-10})} \cdot (\ln|1,1146 \cdot 10^{-12} - 9,672 \cdot 10^{-10} \times$$

$$\times 5,6251 \cdot 10^{-4}| - \ln|1,1146 \cdot 10^{-12}|) = 68070\ суток.$$

По двум полученным точкам строится график зависимости критического времени от натекания (черт.I).

Из графика определяется браковочный критерий натекания для гарантийного срока хранения I095 суток (3 года), $B_{хр}$, равный $I,3 \cdot I0^{-3}$ л·мкм/с.

Исходные данные для расчета в режиме эксплуатации:

величина натекания В – от I до $I0^{-4}$ см³.мкм/с;

температура окружающего воздуха $T_э$ – 358°К;

относительная влажность воздуха $\varphi$ – 5,3%;

наружное атмосферное давление $P_2$ – $7,6 \cdot I0^5$ мкм рт.ст.;

критическая влажность $\varphi_{кр}$ – 65% при температуре 293°К;

свободный объем корпуса $V$ – II см³;

длина эквивалентного канала $l$ – 0,I см;

корпус заполнен смесью аргон-гелий с соотношением по объему 50:50%;

гарантийный срок службы $t$ – 417 суток (I0000 часов).

Критическое парциальное давление водяных паров определяется по формуле (I):

$$P_{в.п.кр} = 17,54 \cdot \frac{65}{100} = 11,401 \text{ мм.рт.ст.}$$

Величина критической плотности водяных паров, соответствующая критическому парциальному давлению внутри корпуса определяется по формуле (2):

$$\rho_{в.п.кр} = 2,8863 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{11,401}{358} = 0,9192 \cdot 10^{-5} \text{ г/см}^3.$$

Значение критической плотности смеси воздух-водяной пар внутри корпуса определяется по формуле (3):

$$\rho_{в-в.п.кр.} = \frac{0,9192 \cdot 10^{-5}}{1,95 \cdot 10^{-2}} = 0,4714 \cdot 10^{-3} \text{ г/см}^3.$$

Значение коэффициента диффузии $D$ смеси воздух-водяной пар в смесь аргон-гелий, заполняющий корпус, исходя из процентного содержания газов в смеси, равно 0,325 см²/с.

Задается величина натекания В из заданного интервала значений натекания, равная I см³ мкм/с.

Значение радиуса эквивалентного канала $a$, исходя из величины натекания и длины эквивалентного канала, равно $9,04 \cdot I0^{-5}$ см (см.табл.3).

Значение наружной плотности смеси воздух-водяной пар $\rho_{нар\,в\text{-}в.п.}$ для температуры эксплуатации равно $9,657 \cdot I0^{-4}$ г/см³ (табл.I).

Коэффициенты $F$ и $E$ определяются по формулам (4) и (5):

$$F = -\frac{0,325\cdot 3,14\cdot(9,04\cdot 10^{-5})^2}{0,1} = -8,3397\cdot 10^{-8};$$

$$E = \frac{0,325\cdot 3,14\cdot(9,04\cdot 10^{-5})^2\cdot 9,6574\cdot 10^{-4}}{0,1} = 8,054\cdot 10^{-11}.$$

Критическое время рассчитывается по формуле (6):

$$t_{кр} = \frac{11}{8,64\cdot 10^4\cdot(-8,3397\cdot 10^{-8})}\cdot(\ln|8,054\cdot 10^{-11} - 8,3397\cdot 10^{-8}\times$$

$$\times 0,4714\cdot 10^{-3}| - \ln|8,054\cdot 10^{-11}|) = 1020 \text{ суток.}$$

Задается иная величина натекания В из заданного интервала значений натекания, равная $10^{-4}$ см$^3$·мкм/с.

Соответствующее значение радиуса эквивалентного канала $a$ равно $5,2\cdot 10^{-6}$ см (см.табл.3).

Вычисляются коэффициенты

$$F = \frac{0,325\cdot 3,14\cdot(5,2\cdot 10^{-6})^2}{0,1} = -2,7594\cdot 10^{-10},$$

$$E = \frac{0,325\cdot 3,14\cdot(5,2\cdot 10^{-6})^2\cdot 9,6574\cdot 10^{-4}}{0,1} = 2,6649\cdot 10^{-13}$$

Вычисляется критическое время

$$t_{кр} = \frac{11}{8,64\cdot 10^{-6}\cdot(2,7594\cdot 10^{-10})}\cdot(\ln|2,6649\cdot 10^{-13} -$$

$$- 2,7594\cdot 10^{-10}\cdot 0,4714\cdot 10^{-3}| - \ln|2,6649\cdot 10^{-13}|) = 308990 \text{ суток.}$$

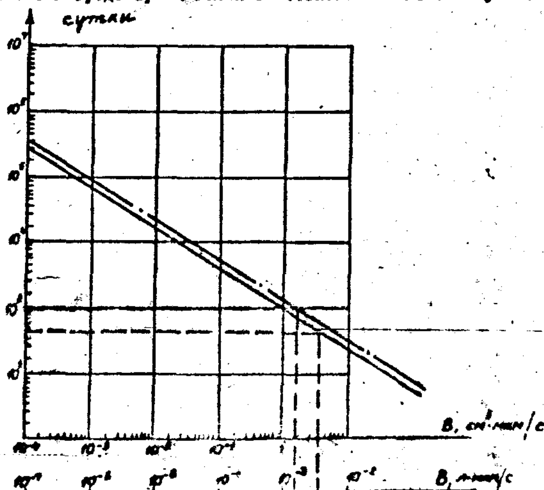
По двум полученным точкам строится график зависимости критического времени от натекания (см.черт.1).

Из графика определяется браковочный критерий натекания для гарантийного срока службы 417 суток (10000 часов) $B_{сп}$, равный $3,8\cdot 10^{-8}$ л·мкм/с.

Сравниваются браковочные критерии, полученные для режима хранения и режима эксплуатации.

За окончательный браковочный критерий принимается натекание В, равное $1\cdot 10^{-8}$ л·мкм/с.

График зависимости критического времени от натекания для корпуса, герметизированного в среде аргон-гелий с соотношением по объему 50:50%




—·— в режиме хранения; ——— в режиме эксплуатации

Черт. 1

ХАРАКТЕРИСТИКИ

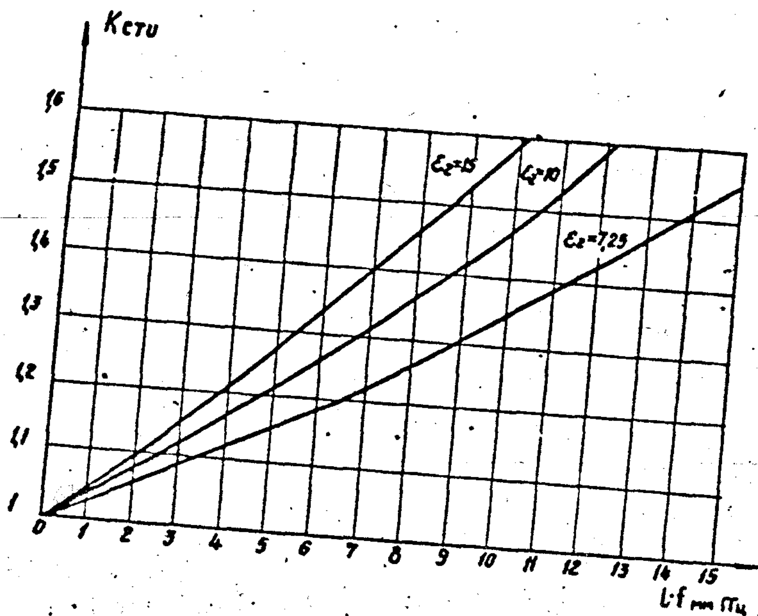
| Наименование типа корпуса | Рабочий диапазон температур, °С | Метод крепления платы к корпусу | Метод герметизации корпуса после установки платы |
|---|---|---|---|
| Штампованный корпус пенального типа | От минус 60 до плюс 125 | Пайка механическая | Аргоно-дуговая сварка |
| Штампованный корпус рамочного типа с отбортовкой | То же | То же | То же |
| Штампованный корпус рамочного типа без отбортовки | " | Пайка | Приклеивание |
| Корпус чашечного типа | " | То же | Пайка |
| Фрезерованный корпус рамочного типа | " | " | То же |
| Гальванопластический корпус рамочного типа | " | " | " |
| Прессованный металлизированный корпус рамочного типа | " | " | " |
| Составной корпус рамочного типа | От минус 60 до плюс 100 | " | Заполнение материалом ПэН |
| Корпус с двухъярусным расположением плат | От минус 60 до плюс 125 | " | Пайка |

ТИПОВ КОРПУСОВ

| Расположение выводов на плоскости основания | Расположение выводов относительно плоскости основания | Серийность производства | Герметичность микросборки | Примечание |
|---|---|---|---|---|
| За пределами проекции тела корпуса | | Мелкосерийное и серийное | Герметичен | Низкочастотные выводы и радиочастотные соединители только на двух противоположных сторонах |
| В пределах проекции тела корпуса | | То же | То же | |
| За пределами проекции тела корпуса | | Опытное и мелкосерийное | Не герметичен | |
| То же | Параллельное | То же | Герметичен | |
| " | | Индивидуальное и опытное | То же | |
| " | | Опытное и мелкосерийное | Не герметичен | |
| " | | То же | То же | |
| " | | Индивидуальное, опытное и серийное | Герметичен | |
| " | | То же | То же | |

Рекомендуемое приложение 4 к ОСТ4 ГО.010.202

График зависимости КСВ от произведения $l \cdot f$




Черт. I

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИМЕНЯЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ

### Подложки микрополосковых плат

Таблица I

| Марка материала | Удельный вес, $г/см^3$ | Фазовый состав, %: Кристалло-фаза | Стекло-фаза | Поры | Коэффициент температурного расширения при температуре от 20 до 200 °С, $град.^{-1} \cdot 10^{-7}$ | Коэффициент теплопроводности при температуре 20 °С, Вт/м·град | Диэлектрическая проницаемость на частоте $10^{10}$ Гц при температуре 20 °С | Диэлектрическая проницаемость на частоте $10^{10}$ Гц при температуре 300 °С | Тангенс угла диэлектрических потерь на частоте $10^{10}$ Гц при температуре от 20 до 300 °С, $10^{-4}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Поликор | 4,00 | I00 | - | От 0 до 0,5 | 75 | От 25,000 до 37,700 | 9,80 | I0,0 | От 0,2 до 0,5 |
| ВК | От 3,98 до 4,00 | От 96 до 98 | I | От I,0 до 3,0 | 64 ± 2 | От 2I,000 до 25,000 | 9,50 | I0,0 | От 0,5 до I,2 |
| 22ХС | 3,86 | От 82 до 86 | От I0 до I2 | От 4,0 до 6,0 | 60 ± 5 | I3,I00 | 9,20 | 9,4 | I0,0 |
| СТ-38-I | 2,90 | - | - | - | 38 ± 2 | I,3I0 | 7,25 | 7,5 | От 2,0 до I0,0 |
| СТ-32-I | 3,I9 | - | - | - | 32 ± 2 | I,045 | I0,00 | I0,0 | От 3,0 до 5,0 |

резисторы

Таблица 2

| Температурный коэффициент сопротивления при минус 60, плюс 125°C, град$^{-1}$.10$^{4}$ | Максимально допустимая удельная мощность рассеяния, Вт/см$^{2}$ | |
|---|---|---|
| | Ситалловая подложка | Керамическая подложка |
| -2,0 | 8 | 20 |
| ±1,0 | 2 | 15 |
| 0,6 | 1 | 8 |
| ±2,0 | 2 | 15 |
| - | 1 | 8 |
| От -1,5 до -2,5 | 2 | 15 |
| " +0,5 " 1,0 | 2 | 15 |
| ±2,0 | 8 | 20 |
| ±1,5 | 8 | 20 |
| ±1,5 | 8 | 20 |
| ±1,0 | 8 | 20 |
| ±0,5 | 8 | 20 |
| ±1,5 | 8 | 20 |
| ±2,0 | 8 | 20 |
| ±2,5 | 8 | 20 |

Таблица 3

Диэлектрик конденсаторов и изоляция

| Наименование диэлектрика | Диэлектрическая проницаемость на частоте 500 МГц | Тангенс угла диэлектрических потерь на частоте 500 МГц, $10^{-3}$ | Удельная емкость, пФ/см$^2$ | Рабочее напряжение, В | Электрическая прочность $E \cdot 10^6$, В/см$^2$ | Температурный коэффициент емкости при температуре от минус 60 до плюс 125°С, град$^{-1}10^4$ | Напряжение пробоя изоляционного слоя, В |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Моноокись германия | 11,0 | От 1,0 до 2,0 | 10000 | 15 | От 2,0 до 3,0 | – | – |
| Боросиликатное стекло | 4,0 | 2,0 | От 2000 до 10000 | От 10 до 24 | От 3,0 до 4,0 | 0,3 | – |
| Пятиокись тантала | От 21,0 до 27,0 | 10,0 | – | – | От 10,0 до 6,8 | – | – |
| Фоторезист ФН-11 | 2,5 | – | 2000 | От 10 до 20 | – | – | – |
| Пасты: 0902 | – | 20,0 | От 11000 до 14000 | – | – | ±10,0 | – |
| 1001 | – | – | до 5 | От 500 | – | – | 500 |
| 1003 | – | – | до 5 | От 500 | – | – | 500 |

Рекомендуемое приложение 6 к ОСТ4 ГО.010.202

## РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ ПЛЕНОЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

### 1. Резисторы

1.1. Основные конфигурации резисторов приведены на черт. 20 стандарта и черт.1 данного приложения. Форма резистора определяется его назначением, номиналом, сопротивлением квадрата резистивной пленки и площадью.

1.2. Резисторы применяются:

для обеспечения режимов питания навесных элементов схемы по постоянному току. Сопротивление квадрата резистивной пленки рекомендуется 500 Ом/□;

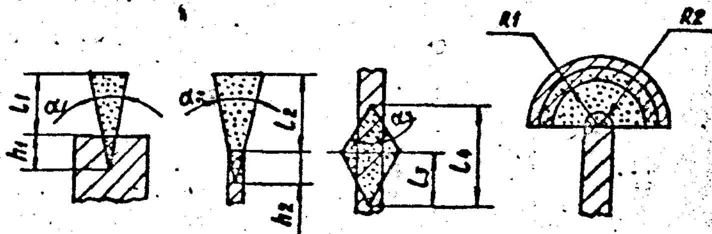
в качестве сосредоточенных или распределенных поглощающих нагрузок. Сопротивление квадрата резистивной пленки рекомендуется 50 Ом/□.

Материал резисторов указан в табл.2 рекомендуемого приложения 5.

1.3. Сопротивление квадрата резистивной пленки не зависит от частоты и совпадает с сопротивлением, измеренным на постоянном токе, поэтому пленочные резисторы, изображенные на черт. 20 стандарта, следует рассчитывать в соответствии с ОСТ 11.073.020-74 + ОСТ 11.073.026-74.

1.4. Пленочные резисторы, изображенные на черт. 1, выполняют на основе исходных данных ($R_0$ Ом/□; углы $\alpha_1$; $\alpha_2$; $\alpha_3$; размеры $l_1$; $l_2$; $l_3$ и т.п.), составленных разработчиком микросхемы.

Топология пленочных резисторов




Черт.1 + 2…5 20 стр 30

### 2. Конденсаторы

2.1. Основные конфигурации конденсаторов приведены на черт. 21а,б стандарта и черт. 2 данного приложения.

Топология конденсатора планарной конструкции



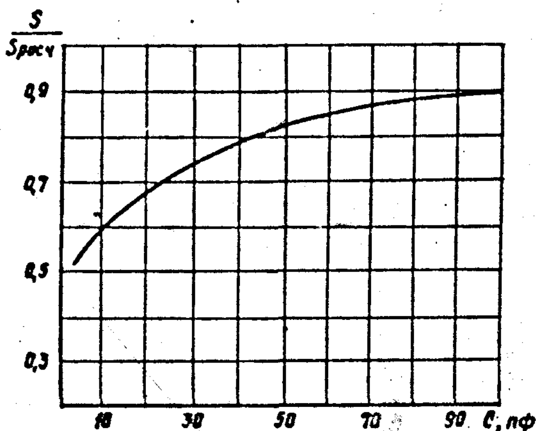
Черт. 2

2.2. Пленочные конденсаторы с диэлектриком между обкладками (см.черт.2I) рекомендуется выполнять для емкости более 5 пФ.

Расчет пленочных конденсаторов выполнять в соответствии с ОСТII.073.020-74 ÷ ОСТII.073.026-74.

2.3. В расчетную величину площади перекрытия $S_{расч.}$ следует вводить поправку в соответствии с ориентировочным графиком (черт.3).

График для определения площади перекрытия обкладок конденсатора



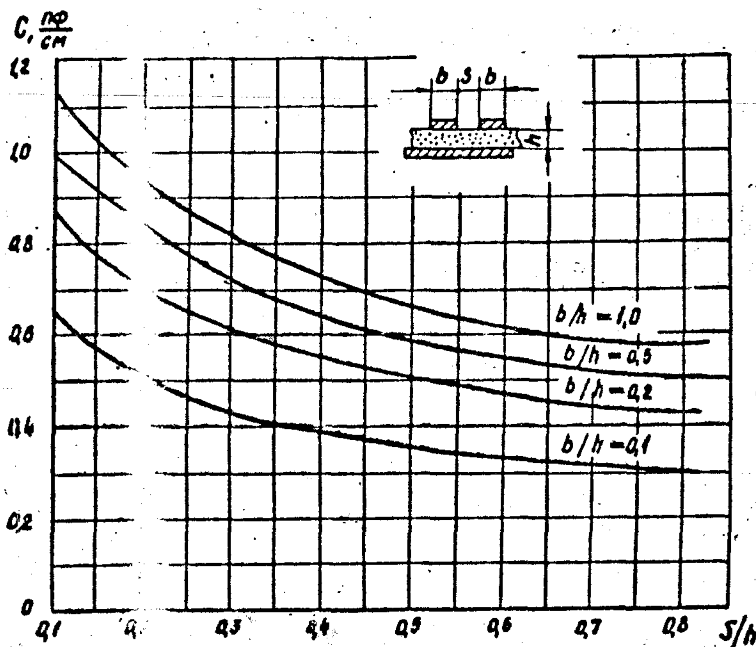

Черт. 3

2.4. Конденсаторы планарной конструкции (см.черт.2) рекомендуется выполнять для емкости не более 5,0 пФ.

Погонную емкость обкладок для подложек с $\varepsilon$, равным 9-10 ориентировочно, определять с помощью графика (черт. 4).

Для подложек с $\varepsilon$, равным 7,25, величина погонной емкости составляет 0,7 от вычисленной в соответствии с графиком (см.черт. 4).

График погонной емкости конденсатора планарной конструкции




Черт. 4

## 3. Пленочные индуктивные элементы (Дроссели)

3.1. Основные конфигурации пленочных дросселей приведены на черт.5а,б.

3.4. Геометрические размеры и число витков спирали пленочных дросселей ориентировочно определяют по формулам:

для индуктивности дросселя в форме круглой спирали (черт.5а)

$$L = 5\,\frac{(D+d)^2 \cdot N^2}{15D-7d},$$

где $L$ – индуктивность, нГн;
$D$ – внешний диаметр (сторона) спирали, мм;
$d$ – внутренний диаметр (сторона) спирали, мм;
$N$ – число витков;

для индуктивности дросселя в форме квадратной спирали (черт.5б)

$$L = 6\,\frac{(D+d)^2 \cdot N^2}{15D-7d}.$$

3.5. Внешний диаметр (сторону) спирали определяют по формуле

$$D = d + (2N-1)S + 2b,$$

где $S$ – шаг спирали, мм;
$b$ – ширина токопровода спирали, мм.

3.6. Число витков спирали определяют по формуле

$$N = \frac{(D-S)-(d+2b)}{2S}.$$

3.7. Добротность пленочных дросселей ориентировочно определяют по формулам:

для индуктивности дросселя в форме круглой спирали

$$Q = 2\cdot 10^3\,\frac{N\cdot t\,(D+d)\sqrt{f}}{15D-7d},$$

где $f$ – частота, Ггц;
$Q$ – добротность;
$t$ – толщина витка, мм;

для индуктивности дросселя в форме квадратной спирали

$$Q = 1{,}6\cdot 10^3\,\frac{N\cdot t\,(D+d)\sqrt{f}}{15D-7d}.$$

3.8. Общую длину токопровода спирали определяют по формулам:

для индуктивности дросселя в форме круглой спирали

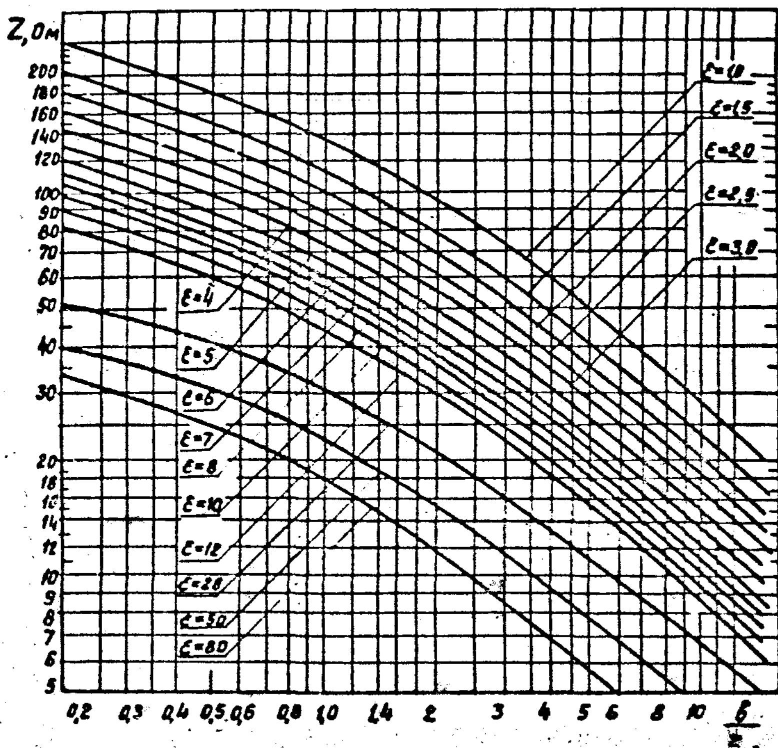
$$l = \pi\cdot N\left[d + \frac{S}{2}(2N-1{,}0)\right],$$

где $l$ – длина токопровода спирали, мм;

для индуктивности дросселя в форме квадратной спирали

$$l = 4N\left[d + \frac{S}{2}(2N-1{,}5)\right].$$

Зависимость волнового сопротивления $Z$ от относительной ширины микрополосковой линии $\frac{b}{h}$.




Черт. 6

$$R_2 = \rho_2 \frac{l}{b d_2},\tag{7}$$

где $R_1$ – погонные потери в проводящем слое, Ом;
$R_2$ – погонные потери в защитном слое, Ом;
$\rho_1$ – удельное сопротивление материала проводящего слоя, Ом/см;
$\rho_2$ – удельное сопротивление материала защитного слоя, Ом/см;
$l$ – длина микрополосковой линии, Ом;
$b$ – ширина микрополосковой линии, Ом;
$d_1$ – толщина проводящего слоя, Ом;
$d_2$ – толщина защитного слоя; Ом. ?

Сопротивление адгезионного слоя не учитывается.

Таблица I

| Позиционное обозначение | Наименование и тип элемента | Количество |
|---|---|---|
| $R_1$, $R_2$ | Резистор 50 ± I,5 Ом; 0,01 Вт | 2 |
| $C_I$ - $C_4$ | Конденсатор К10-17В, ОЖ0.460.107 ТУ | 4 |
| $Д_I$ - $Д_3$ | Диод КД517А, ТТ3.360.075 ТУ | 3 |

Конструктивные требования:
размер подложки I5·24 мм;
материал подложки - ситалл СТ-32-I;
ширина основной микрополосковой линии I мм;
ширина шлейфов 0,I5 мм;
длина шлейфов 42,I мм;
размещение радиочастотных входов и выходов схемы на противоположных сторонах платы (шириной I5 мм);
расположение контактных площадок для выводов питания и корпуса - на длинных сторонах платы;
допуск на ширину шлейфов ± 0,02 мм;
допуск на ширину микрополосковых линий ± 0,05 мм;
максимальные размеры резисторов: ширина I мм, длина I мм;
резисторы - танталовые, с доводкой номинала.

I.2. Из принципиальной схемы (черт.I) следует исключить навесные элементы и составить перечень пленочных резисторов, приведенных в табл. 2.

Таблица 2

| Позиционное обозначение | Номиналы резисторов |
|---|---|
| $R_1$ | 50±I,5 Ом; 0,0I Вт |
| $R_2$ | 50±I,5 Ом; 0,0I Вт |

Таблица I

| Позиционное обозначение | Наименование и тип элемента | Количество |
|---|---|---|
| $R_1$, $R_2$ | Резистор 50 ± I,5 Ом; 0,01 Вт | 2 |
| $C_I$ - $C_4$ | Конденсатор К10-17В, ОЖ0.460.107 ТУ | 4 |
| $Д_I$ - $Д_3$ | Диод КА517А, ТТ3.360.075 ТУ | 3 |

Конструктивные требования:

размер подложки I5·24 мм;

материал подложки - ситалл СТ-32-I;

ширина основной микрополосковой линии I мм;

ширина шлейфов 0,I5 мм;

длина шлейфов 42,I мм;

размещение радиочастотных входов и выходов схемы на противоположных сторонах платы (шириной I5 мм);

расположение контактных площадок для выводов питания и корпуса - на длинных сторонах платы;

допуск на ширину шлейфов ± 0,02 мм;

допуск на ширину микрополосковых линий ± 0,05 мм;

максимальные размеры резисторов: ширина I мм, длина I мм;

резисторы - танталовые, с доводкой номинала.

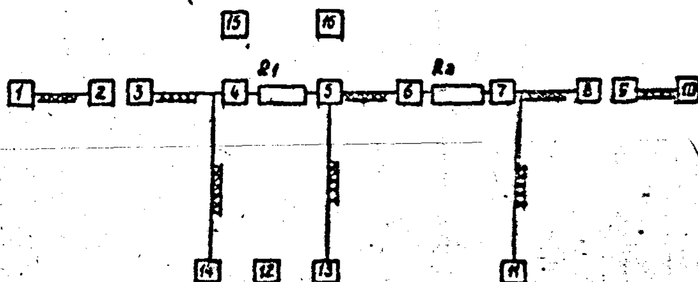
I.2. Из принципиальной схемы (черт.I) следует исключить навесные элементы и составить перечень пленочных резисторов, приведенных в табл. 2.

Таблица 2

| Позиционное обозначение | Номиналы резисторов |
|---|---|
| $R_1$ | 50±I,5 Ом; 0,0I Вт |
| $R_2$ | 50±I,5 Ом; 0,0I Вт |

Выводы навесных элементов, вход и выход микрополосковых линий заменить контактными площадками и контактными участками. Вход и выход схемы, а также контактные площадки следует располагать с учетом конструктивных требований. Схема соединений элементов аттенюатора представлена на черт. 2.

Схема соединений элементов аттенюатора




Черт. 2

2. Расчет геометрических размеров резисторов

2.1. Исходные данные для расчета резисторов:

сопротивления резисторов и расчетные значения мощностей (табл.2);

сопротивление квадрата резистивной пленки $R_0$ - 50 Ом/□ ;

максимально допустимая удельная мощность рассеяния танталовой резистивной пленки $P_0$ - 3 Вт/см$^2$.

2.2. Расчет резисторов следует проводить в соответствии с рекомендациями приложения 6, разд. I.

Результаты расчетов сводят в табл. 3.

Длину и ширину резисторов необходимо принять равной 500 мкм, что соответствует величине установочного размера диодов, подсоединяемых параллельно резисторам.

Таблица 3

мкм

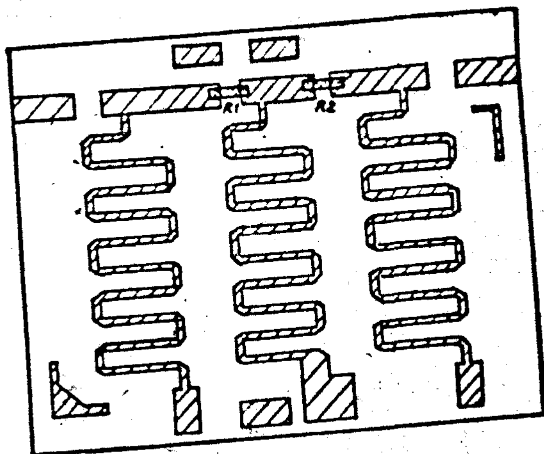
| Позиционное обозначение | Размеры резистора | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Расчетные | | Окончательные | |
| | Ширина | Длина | Ширина | Длина |
| $R_1$ | 350 | 350 | 500 | 500 |
| $R_2$ | 350 | 350 | 500 | 500 |

## 3. Размещение и выбор формы пленочных элементов

3.I. Варианты размещения пленочных элементов следует выполнять на миллиметровой бумаге в масштабе IO : I или 20 : I.

3.2. Сначала рекомендуется разместить основную микрополосковую линию, далее контактные площадки I5 и I6 (см.черт.2), определяющие топологию схемы относительно сторон платы. На черт. 3 представлена топология аттенюатора.

Топология аттенюатора




Черт.3

# СОДЕРЖАНИЕ